# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

19. Jahrgang | 10. April 1931 | Heft 15

## Die deutschen Erdöllagerstätten.

Von E. KRENKEL, Leipzig.

Die deutschen Erdölvorkommen verteilen sich auf drei Gebiete, die weit voneinander getrennt sind und sich in Bau und Schichtfolge wesentlich unterscheiden. Diese drei Erdölprovinzen sind die nordwestdeutsche, die oberbayerische und die oberrheinische. Die erdölführenden Schichtfolgen dieser drei Gebiete haben viele gemeinsame, aber auch manche unterscheidende Charaktere. Sie wurden gebildet über kräftig absinkendem Untergrunde — so in der nordwestdeutschen und alpinen Geosynklinale, in der Sohle des oberrheinischen Zerrgrabens. Sie stellen Seichtwasserabsätze dar und zeichnen sich durch erhebliche Mächtigkeiten aus. Während in der nordwestdeutschen Provinz die Erdölbildung mesozoisch ist, fällt sie in der oberrheinischen Provinz in das Tertiär.

### I. Die nordwestdeutsche Erdölprovinz.

Die nordwestdeutsche Provinz überdeckt einen Flächenraum von 160000 qkm innerhalb des norddeutschen Flachlandes, insbesondere innerhalb Hannovers, Braunschweigs und Oldenburgs. In ihr sind zu nennen die Vorkommen von Wietze-Steinförde, Hänigsen-Obershagen-Nienhagen, Ölheim-Eddesse, Oberg-Gadenstedt, Heide in Holstein, Horst-Wiephausen, Hordorf und Klein-Schoeppenstedt.

Die vier erstgenannten, allein produktiven Ölfelder liegen etwa 30 km im Norden und Osten von Hannover. Sie reihen sich von Wietze (westlich von Celle) bis Oberg bei Peine bogenförmig aneinander. Die Größe der in ihnen als ölführend nachgewiesenen Fläche ist recht verschieden. Die umfänglichste ölhaltige Fläche besitzt Wietze mit rund 5 qkm. Dann folgen Hänigsen-Nienhagen mit 2 qkm, Oberg mit 0,4 und Ölheim mit nur 0,08 qkm. Entsprechend diesen Unterschieden in den Flächen ist die Gesamtausbeute der vier Felder bis Ende 1929 sehr verschieden, so bei

| | | |
|---|---|---|
| Wietze-Steinförde | 1,57 | Mill. t |
| Hänigsen-Nienhagen | 0,38 | „ t |
| Ölheim | 0,054 | „ t |
| Oberg | 0,03 | „ t |
| insgesamt: | 2,034 | Mill. t |

Der Gesamtwert dieser Förderung ist etwa 140 Mill. RM.

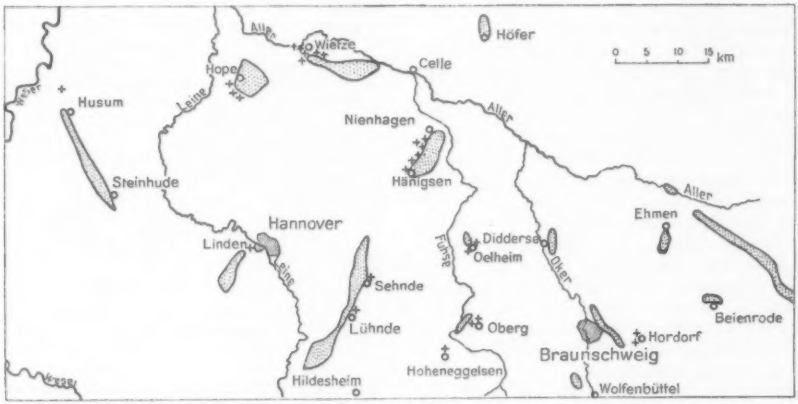


Fig. 1. Die Nordwestdeutsche Erdölprovinz (punktiert: die Zechsteinsalzstöcke).

Die nordwestdeutsche Erdölprovinz fällt in den Bereich der saxonischen Geosynklinale, die sich gegen Ende der Permzeit einzusenken begann und während Mesozoikum und Tertiär eine 3000 m hohe Schichtsäule aufsammelte. Ihre Sedimente sind meist marine Seichtwasserabsätze, denen sich im Tertiär brackische und terrestre Schichten zugesellen. Kohlenlager entstanden innerhalb der Schichtsäule im Wealden, Eozän und Miozän. Salzfolgen schlugen sich nieder im Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und im jüngsten Jura.

Die Schichtmächtigkeit wächst vom Südrande der saxonischen Geosynklinale nach Norden zu, an dem das Mesozoikum allein ausstreicht, während es in ihrem Innern von Tertiär und Quartär verhüllt ist. Die Struktur des tieferen Untergrundes ist nur durch Bohrungen und geophysikalische Aufschlußarbeiten bekannt.

In der Bauart der hannoverschen Öllagerstätten ist als charakteristisches Merkmal hervorzuheben, daß sie stets an die Randzonen von Salzstöcken geknüpft sind und daß sie in diesen Randzonen nur dort zu finden sind, wo deren Schichtgesteine eine stärkere Aufwölbung erfahren haben. Bau, Anordnung und Entstehung der Salzstöcke Nordwestdeutschlands kann hier nicht näher geschildert werden. Diese Aufpressungen von Zechsteinsalzen durch die sie überlagernden Formationen hindurch sind groß an Zahl und sehr unterschiedlich in Form und Größe. Die tektonischen Komplikationen im Bereiche der Salzhorste sind meist sehr groß sowohl in ihrem Innern wie an ihren Flanken. Sie äußern sich vor allem darin, daß beim Aufsteigen der plastischen Salzmassen deren Nebengesteine aus ihrem natürlichen, fast horizontalen Verbande gerissen, emporgeschleppt, verstellt, gefaltet und zerbrochen wurden. Als ein buntes, oft regelloses Mosaik von Schollen reihen sich nun diese Nebengesteine um die Flanken der Salzstöcke, in dieser ihrer, oft unvorhersehbaren Lagerung der Aufsuchung neuer Lagerstätten große Schwierigkeiten bereitend.

Die hannoverschen Salzstöcke bevorzugen eine Anordnung nach zwei tektonischen Richtungen, und zwar nach der herzynischen in NW und nach der rheinischen in NNO. Das gleiche gilt für die, von jenen abhängigen Erdölvorkommen.

Erdöl ist nicht in allen Schichten Nordwestdeutschlands gleichmäßig anzutreffen. Die Trias ist im ganzen frei von solchem. Der älteste Ölhorizont stellt sich im Rhaet-Lias ein. Zwei andere folgen im Dogger, deren oberer für Wietze bedeutsam ist, ein weiterer nur örtlich im Malm. Wichtig sind dagegen die wertvollen Lager an der Basis der Unterkreide bei Wietze, Nienhagen und Ölheim. Gelegentlich kommt Erdöl auch in der Oberkreide vor. Die Hauptlager konzentrieren sich jedenfalls auf Jura und tiefe Unterkreide.

Das Erdöl ist in ihnen geknüpft an Sande und Sandsteine oder an sandigtonige Gesteine, deren Poren es erfüllt. Das Porenvolumen normaler mittelkörniger Ölsandsteine ist 35%.

Die Erdölhorizonte sind sehr verschieden mächtig. Diejenigen im unteren Dogger bleiben stellenweise unter Meterdicke. Der 60 m dicke unterkretazische Ölhorizont in Wietze enthält dagegen vier, durch Tone getrennte mächtige Ölsandhorizonte.

Die Lager haben entweder die Form von Sandsteinbänken innerhalb der sie umschließenden tonigen Schichten oder auch diejenige von kürzeren Linsen. Die erstere Art veranlaßte bei der späteren Aufrichtung der Sedimente die ertragreicheren Ölkörper.

Die erdölhaltigen Gesteine gehen nach der Tiefe in salzwasserführende über. Die Öl-Wasser-Grenze schwankt in den einzelnen Lagerstätten zwischen 60 und 800 m Tiefe. In ein und derselben Lagerstätte verläuft sie annähernd horizontal. Wird ein Ölhorizont seines Erdöls beraubt, so dringt meist Salzwasser von unten in ihn nach. Nimmt eine derartige Verwässerung einen nur geringeren Umfang an, so kann das aufdringende Salzwasser durch Pumpen niedergehalten werden; sie kann aber auch die mehr oder weniger erschöpfte Lagerstätte zum Erliegen bringen.

Die bis zu 50° geneigten Ölsandsteine keilen nach oben aus oder werden diskordant von Deckschichten abgeschnitten. Zu letzteren zählen Oberkreide und Tertiär, die meist ebenfalls noch, wenn auch weniger als ihre Unterlage, von tektonischen Bewegungen ergriffen wurden. Die in den Deckschichten bei Bohrungen auftretenden Salzwässer müssen abgesperrt werden.

Fast alle Schichten vom Silur bis zum Quartär sind als Muttergesteine des Erdöls betrachtet worden. So unter anderem die oberkarbonischen und unterkretazischen Steinkohlen, der Kupfer- und der liasische Posidonienschiefer.

SEIDL wies auf die Möglichkeit hin, daß die tief versenkten und dadurch erwärmten Steinkohlen Norddeutschlands Erdöl abspalten. HUMMEL betrachtet als Muttergestein des dort vorkommenden Erdöls wieder unterkarbonische Schichten. GUERICH sieht im Zechsteinsalzgebirge das älteste ölführende Gestein; das Öl wurde frei bei Emporpressung der Salzstöcke. KAUENHOWEN nimmt als Muttergestein des norddeutschen Erdöls die von ihm als sapropelitische Blauschlicke gedeuteten Schiefertone des Wealden an. FULDA wieder möchte das Erdölmutterlager dem Oberrotliegenden zurechnen: er sieht in der engen geographischen Verknüpfung der Jüngeren Kalilager (Flöze Ronnenberg und Riedel) mit den bekannten Erdölvorkommen in Hannover einen wichtigen Hinweis auf das Alter des Erdöls. Das oberrotliegende Erdöl — entstanden in einem Seebecken, dessen Fauna infolge allmählicher Versalzung des Wassers abstarb, wobei die Leichen durch Salzwasser konserviert wurden und die Ausgangsstoffe für das Erdöl abgaben — wurde durch die Zechsteinsalze zunächst eingedeckt und durch diese am Emporsteigen gehindert. Späterhin konnte es an Spalten in der mesozoischen, stark gestörten Umgebung der Salzhorste aufsteigen und sich in deren durchlässigen Schichten zu sekundären Lagern anreichern.

Erdölbildung hat wohl mehrfach stattgefunden. Besonders günstige Zeiten waren wahrscheinlich das Perm, der jüngste Jura samt der tiefsten Unterkreide. Das in diesen Schichten stehende Öl könnte primär sein; in den pleistozänen Ablagerungen ist es sicher sekundär. Allerdings ist die Frage der primären Öllager noch nicht spruchreif.

Die geologische Verknüpfung von Erdölgesteinen und Zechsteinsalzhorsten ist verschieden gedeutet worden, so von STOLLER und KAUENHOWEN. STOLLER bringt die Entstehung der Salzstöcke in direkte Verbindung mit dem Werden des Erdöls. Während des Emporwachsens der ersteren entstanden Untiefen am Meeresboden, über denen sich reiches organisches Leben entwickelte und gleichzeitig Sande zur Aufnahme des entstehenden Öls sedimentiert wurden. Die Bildung des Erdöls wäre durchaus gebunden an die Nachbarschaft der Salzstöcke; sie könnte aber mehrmals stattfinden. KAUENHOWEN bestreitet die Mitwirkung der Salzstöcke bei der Erdölbildung. Wie FULDA und andere ebenso annehmen, kommt nach ihm den Salzhorsten nur die Rolle der Sammler des Erdöls zu nutzbaren Lagerstätten zu, indem sie durch die von ihnen ver-

anlaßten Schichtverstellungen in ihrer Umgebung — die keineswegs überall Erdöl führt — dem Öl die Möglichkeit des Wanderns nach oben öffneten.

### Die einzelnen Vorkommen.

#### *1. Heide in Holstein.*

Dies eigenartige Vorkommen ist geknüpft an eine schmale meridionale Störungszone im mesozoisch-permischen Untergrunde, die — in der Nähe bei Vörden erst in 880 m Tiefe erbohrte — Kreidegesteine hoch emporbringt. Diese Senonkreide ist bis 40 m Tiefe von Diluvium überdeckt. Sie ist stark mit Öl durchtränkt, dessen primäres Lager unbekannt ist. Auch die diluvialen Sande führen Erdöl. Dies ist dunkel, schwer, asphaltreich, von hohem Schwefelgehalt. Die Bitumenführung beträgt in den oberen Schichten über 15%, nimmt aber nach der Tiefe ab.

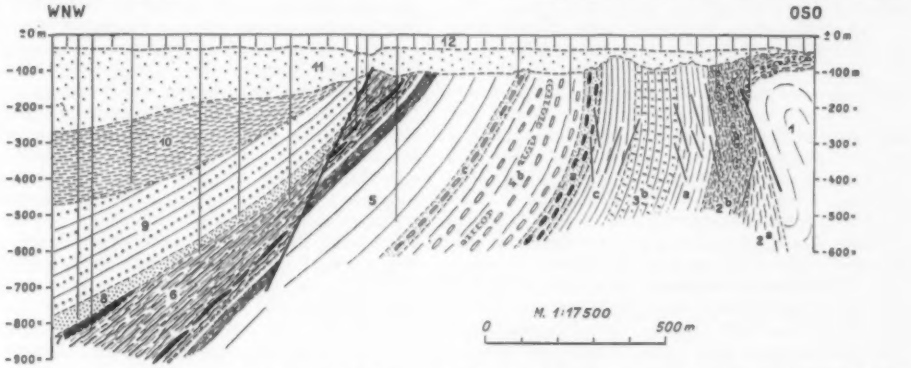


Fig. 2. Querprofil (halbschematisch) durch den Nordteil des Ölgebietes von Hänigsen-Nienhagen (umgezeichnet nach J. STOLLER).

1 = Oberzechstein. 2a = Hauptbundsandstein. 2b = Röt. 3a, b, c = Muschelkalk. 4a, b, c = Keuper. 5 = Lias (gestrichelt: Posidonienschiefer des Oberlias). 6 = Dogger. 7 = Wealden. 8 = Valendis (Öllager). 9 = Unterkreide. 10 = Oberkreide. 11 = Tertiär. 12 = Diluvium.

Um die nicht unbedeutenden Ölmengen zur Verschwelung zu gewinnen, entschloß man sich 1919, durch eine 100 m tiefe Schachtanlage die Ölkreide bergmännisch zu fördern. Der Betrieb ist wieder eingestellt worden.

#### *2. Hänigsen-Obershagen-Nienhagen.*

Innerhalb der jungdiluvialen Allertalebene dehnt sich diese Lagerstätte bei Burgdorf zwischen Celle und Lehrte. Das Fördergebiet, das schon 1546 von AGRICOLA als Hänigser Teerkuhle erwähnt wurde, erstreckt sich als 5 km langer, in seiner Breite wechselnder Streifen an der Westflanke des NNO gerichteten, 8 km langen Zechsteinsalzstockes von Hänigsen-Wathlingen. Die Südhälfte dieses Salzstockes stößt an ihrer Westseite mit steiler Bruchfläche gegen jungmesozoische Schichten. Seine nördliche Hälfte wird von einem breiten, NW/SO-streichenden saxonischen Sattel gequert. Für die herzynisch gerichteten tangentialen Aufpressungen am Salzkörper von Hänigsen-Wathlingen und an seinem Westrande war außer der kimmerischen die intrakretazische Phase der saxonischen Gebirgsbildung maßgebend. Im gleichen Richtungssystem wurde der Südteil des Salzstockes auch noch im Alttertiär beeinflußt, und zwar in nordwärts vorrückender Steigerung der Aufpressung bis zum mittleren Teile des Fördergebietes (dem „Knoten").

Am Sattelbau sind beteiligt Trias, Lias, Dogger mit westlichem Einfallen von 80—45°, ferner Wealden, transgredierende marine Unterkreide und transgredierendes Senon, diskordantes Tertiär und Diluvium.

Längs- und vor allem bedeutsame Querstörungen sind reichlich entwickelt. Erstere begleiten die rheinischen Schollenhochpressungen, letztere die herzynischen Aufsattelungen.

Die Emporpressung des Salzstockes setzte bereits im (mittleren) Jura ein, und kam seitdem fast nie ganz zur Ruhe.

Das Fördergebiet wird am besten in drei Abschnitte gegliedert. Der südliche um Hänigsen ist seit 1860 abgebohrt und 1920 zum Erliegen gekommen. Der mittlere seit 1906 erschlossene ist zum südlichen quergestreckt (Obershagen) und bildet einen Knoten zwischen südlichem und nördlichem Abschnitt. Dieser letztere ist seit 1911 in Tätigkeit und verbreitert sich nordwärts auf 2 km. Das ganze Gebiet gewann besonders an Bedeutung, als von 1922 an ergiebige Springer — so Elwerath-Brand 32, Rig, Raky-Niedersachsen, Oleum — erbohrt wurden.

An den Sattel sind die meisten und reichsten Öllager gebunden. Diese schichtigen Lager gehören mehreren stratigraphischen Horizonten an. Der älteste Ölhorizont findet sich in den Grenzschichten Rhaet-Lias und Unterlias. Seine wichtigste Bank liegt in der Angulatenzone des unteren Lias, während die echten rhätischen Sandsteine

keine Spur von Erdöl zeigen. Der liasische Ölhorizont im Reviere D.M.I. Dannhorst liegt zwischen 100 und 160 m tief. Im Braunjura treten geringe Ölnester oder Linsen in Sanden zwischen den Opalinus- und Polyplocusschichten auf; sie können nicht systematisch aufgesucht werden. Der weitaus beste Ölhorizont zeichnet die marine Unterkreide aus, während der Wealden kein Öl enthält. Der unterkretazische Ölhorizont sinkt von 140 m im Osten in gleichmäßigem Falle auf mehr als 800 m im Westen ab, wo die Ölspringer stehen. Geringe Ölansammlungen sind ferner bekannt im Senon und Tertiär.

Nur untergeordnete Bedeutung haben die sekundären Lager in Linsen- und Nesterform im südlichen und mittleren Abschnitt des Fördergebietes, so in den Einsturzbildungen vorjurasischen Alters in 100 bis 120 m Tiefe, in Ölklüften des Senons, in Sandschlieren des Alttertiärs.

Die hangenden Schichten der Ölhorizonte zeichnen sich durch Reichtum an Schwefelkies aus. Reichliches Vorkommen von Pyritknollen gilt bei Bohrungen als sicheres Zeichen für Ölhöffigkeit.

Das Erdöl wird teils gepumpt, teils mit der Büchse geschöpft und geschlämmt. Springer sind nur im Nordabschnitte des Feldes aufgetreten. So Elwerath-Brand Nr. 32 mit 15000 t Öl in $4^1/_2$ Jahren, Rig. I bei Dannhorst, Niedersachsen I. Produktion und Lebensdauer der Sonden sind sehr verschieden. Im Nordabschnitt gilt eine Sonde als gut, wenn sie mehrere Monate lang als Tagesdurchschnit 10000 kg Öl lieferte. Während bis 1920 nur Bohrungen bis zu 300 m Tiefe niedergebracht wurden, ist man später bis über 1000 m tief hinangegangen. Von 1904—1927 sind 720 Bohrungen niedergebracht worden, von denen 390 fündig wurden.

Die Ausbeutung des Reviers begann 1903. Die erste fündige Bohrung wurde 1907 gestoßen. Die Gesamtförderung von 1906—1926 betrug 220811 t (0,03 t auf den Quadratmeter). Führendes Unternehmen ist die Gewerkschaft Elwerath.

Das geförderte Rohöl ist hellbräunlich bis dunkelgrün, dickflüssig, meist asphaltfrei und hat ein spez. Gewicht von rund 0,920. Es ist sehr reich an Gasen, so Schwefelwasserstoff; Spuren von Helium wurden nachgewiesen. Unterschiede im spezifischen Gewicht und in der Viskosität kommen selbst bei Ölen ein und derselben Lagerstätte vor. Die wichtigsten Eigenschaften gibt die Tabelle 1 wieder.

Tabelle 1. *Analysen von Erdölen* aus dem Revier Hänigsen-Obershagen-Nienhagen (nach STOLLER).

| | Gewerkschaft | Krug v. Nidda | Dannhorst | Rh. H. | Elwerath |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ölführende Schicht | Einsturzbildungen | Unterer Lias | Unterdogger | Unterkreide |
| | Farbe | bräunlichgrün | hellolivgrün | olivgrün | kaffeebraun |
| Chem.-phys. Eigenschaften | Spez. Gew. bei 20° | 0.920 | 0,900 | 0,901 | 0,914 |
| | Flammpunkt ° . . | 30 | 24 | fl2 | fl2 |
| | Viskosität bei 20° | 30,6 | 9,43 | 18,1 | 24,0 |
| | Kältetest — 20° . | 18 mm | 5 mm | — | 17 mm |
| | Benzin 1:40 . . . | hellrot | hellgelb | hellrot | dunkelrot |
| | Asphalt . . . . . | 0% | 0% | 0% | 0,05% |
| Fraktionierte Destillation | Siedebeginn | 125° | 102° | 220° | 185° |
| | bis 150° | 1,0 % | 2,5 % | — | — |
| | „ 250° | 13,0 % | 16,0 % | 5,0 % | 8,5 % |
| | „ 275° | 17,5 % | 21,5 % | 10,5 % | 12,5 % |
| | „ 300° | 23,0 % | 30,5 % | 15,0 % | 17,5 % |
| | „ 325° | 29,0 % | 38,5 % | — | — |
| | „ 350° | 41,5 % | 49,5 % | 35,5 % | 39,0 % |
| | Rückstand, Asphalt | 0,16 % | 0,11 % | — | — |

Die Erdölmuttergesteine liegen in der Jura- und Kreideformation. Primäre Lager mit großer flächenhafter Erstreckung sind (im Sinne STOLLERS) das unterliasische, unterdoggerische und unterkretazische. Typisch sekundär sind die Vorkommen in den Einsturzbildungen, in der Oberkreide und im Tertiär.

### 3. *Wietze-Steinförde.*

Wietze-Steinförde liegt W von Celle. Erdöl findet sich am NW-Ende eines WNW streichenden zungenförmigen, nordwärts überkippten Zechsteinsalzhorstes, der 12 km lang ist und in seiner Breite zwischen 1—3 km wechselt. Die stark gestörte Salzmasse, die in 1600 m Tiefe noch nicht durchsunken wurde, ist von Deckgips überlagert.

Den Salzhorst, der in vorsenoner Zeit entstand, umrahmen Keuper, Jura und Unterkreide. Sie sind an seiner Südflanke nur wenig geneigt. An der Nordflanke dagegen sind sie bis zu 70° aufgerichtet. Hier tritt eine tektonische Komplikation dadurch ein, daß in 200—400 m Tiefe die jurasischen und unterkretazischen Schichten an einer 20—25° geneigten Überschiebungsfläche wurzellos auf der „Unterscholle" aus steil stehendem Gipskeuper, Rhät und Lias ruhen. Der Mantel des Salzstockes wird durch zahlreiche Längs- und Querstörungen stark zerstückelt: sechs wichtigere Schollenkomplexe lassen sich unterscheiden.

Über Salzkern und Mantelgesteinen ruht flach lagerndes Deckgebirge aus Senon, Tertiär und Quartär.

Das Vorkommen von Erdöl ist beschränkt in 1—1,5 km breitem Streifen auf die überkippten Schichten im N und NW des Salzstockes. Die nutzbaren Öllager sind an sandige Gesteine gebunden. Ölhorizonte liegen im Rhät-Unterlias, die in 330—350 m Tiefe erbohrt wurden, und zwar in zwei Sandsteinen von 2,5 und 19 m Dicke, die durch eine 10 m mächtige Tonbank getrennt werden. Ferner im oberen Dogger in schwach kalkigen Sandsteinen, im unteren und oberen Malm, deren Ölsande jedoch nur von geringer Bedeutung sind. Sehr wichtig ist dagegen der fünfte, reiche und weit verbreitete Horizont in der Unterkreide. Er zerfällt in vier Lager, die Linsen von beweglichen Ölsanden in Wechsellagerung mit ölfreien Schiefern bilden. Diese Linsen werden 1—12, im Durchschnitt 6 m dick. Das Unterkreideöl ruht in Tiefen von 200—300 m. Bedeutungslos sind die höheren Ölhorizonte im obersten Senon, im Tertiär und Pleistozän (Asphaltsande).

Die Oberkante der Öllager liegt in 60—300, die Unterkante in 80—340 m Tiefe. Das Rhät-Lias-Öl ist dunkelolivgrün, dünnflüssig und leicht (mit einem spez. Gewicht von 0,880—0,920 bei 20°). Die höheren Ölhorizonte führen dagegen sämtlich schweres Öl (mit dem spez. Gewicht von 0,935 bis

0,955). Dies ist dunkelbraun und zähflüssig. Die Eigenschaften der Öle von Wietze gibt die Tabelle 2.

Tabelle 2. *Analysen von Erdölen* aus dem Revier Wietze-Steinförde.

| Ölführende Schicht | Rhät-Lias | Unterkreide |
|---|---|---|
| Farbe | olivgrün | dunkelbraun |
| Spez. Gewicht bis 20° | 0,882 | 0,946 |
| Flammpunkt ° . . . | 27 | 121 |
| Viskosität bis 20° . | 5,63 | 183,6 |
| Kältetest . . . . . | 5 mm bei — 3° | 1 mm bei — 15° |
| Asphalt . . . . . | 0,28 % | 1,42 % |
| Siedebeginn | 118° | 245° |
| bis 150° | 2,0 % | |
| „ 250° | 17,5 % | |
| „ 275° | 23,5 | 1,5% |
| „ 300° | 31,5 | 6,0 |
| „ 325° | 38,5 | 12,5 |
| „ 350° | 51,0 | 26,0 |

Das Fördergebiet von Wietze ist rund 5 qkm groß. In ihm wurden bis 1927 1900 Bohrungen — davon 400 Fehlbohrungen — niedergebracht mit einer Durchschnittstiefe von 240 m. Die kleinere Hälfte der Förderung stammt aus Schachtbetrieb, die größere aus Pumpbetrieb. Ersterer gewinnt die Kreideöle aus losen feinen Sanden.

Von 1874—1927 wurden im Ölfeld von Wietze 1 495 987 t Erdöl gewonnen (0,3 t je Quadratmeter), von 1874—1914 1 003 978 t. Die Sonden ergeben ein jährliches Durchschnittsausbringen von 100 t. Ihre Lebensdauer ist 6 bis 8 Jahre. Hauptproduzentin ist die Deutsche Petroleum-AG., eine Tochtergesellschaft der D.E.G.

### *4. Oberg-Gadenstedt.*

Das Ölfeld von Oberg im S von Peine erstreckt sich an der Ostflanke des NNO streichenden Zechsteinsalzstockes von Ölsburg-Groß-Ilsede. Es bildet im speziellen einen breiten, NW-gerichteten, den Salzstock querenden Sattel aus Lias und Dogger, der vor dem Salzstock an einer grabenartigen Störungszone abbricht. Oberster Jura und Wealden, dann wieder Unterkreide überdecken ihn diskordant. Der Jurasattel wird von Brüchen zerschnitten, deren Verlauf für die Ölförderung von Bedeutung ist. Diese beschränkt sich auf seine Südflanke.

Ölhorizonte stehen im Unterdogger und in der Unterkreide. Im ersteren liegt das Öl in Sandlinsen, die in Tone eingebettet sind. Der nicht zutage ausgehende, 180—600 m tief liegende Doggerhorizont wird allein ausgebeutet: sein hochwertiges Öl ist grünlich, dünnflüssig, gasreich (20 %) und leicht (spez. Gew. = 0,85). Das Wealdenöl ist zähflüssig, dunkel, sein spez. Gewicht ist 0,935. Salzwasser kommt nicht vor.

Flachbohrungen östlich von Oberg zwischen 1904 und 1906 hatten nur geringen Erfolg. Seit 1918 wurde besonders W von Oberg gebohrt. Zur Zeit bestehen zwei getrennte Ölgebiete bei Oberg: im Westen liegt das völlig aufgeschlossene Gebiet von $2^1/_2$ km Breite mit 60 Bohrungen. Die Ölhorizonte sind 220—300 m tief. Das östliche Gebiet wird seit 1927 aufgeschlossen. Hier liegen die Ölsandsteine des Doggers in 500—600 m Tiefe bei 20° SO-Fallen. Die Bohrergebnisse sind wesentlich günstiger als im Westen.

### *5. Ölheim-Eddesse.*

Im Gebiet von Ölheim steht die Wiege der deutschen Erdölindustrie. 1862 ließ die hannoversche Regierung bei Ödesse die erste Bohrung niederbringen. Das Revier wurde seit 1880 durch Bohrungen erschlossen, und hatte bis 1882 aus wenigen Sonden eine bedeutende Förderung, die ein Ölfieber und die Gründung des Dorfes Ölheim veranlaßten. Wassereinbrüche infolge mangelhafter technischer Vorkehrungen hinderten die Fortentwicklung und brachten den „Ölheimer Krach". Seit 1925 sind N von Ölheim bei Eddesse günstige

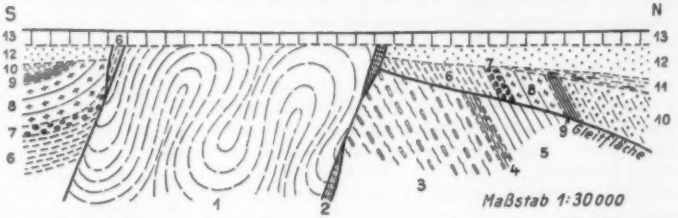


Fig. 3. Profil durch das Erdölgebiet von Wietze (umgezeichnet nach A. KRAISS). 1 = Zechsteinsalzstock. 2 = Trias. 3 = Keuper. 4 = Rhät. 5 = Lias. 6 = Dogger. 7 = Malm. 8 = Purbeck. 9 = Wealden. 10 = Unterkreide. 11 = Senon. 12 = Tertiär. 13 = Diluvium.

Neuerschließungen erfolgt. Es wurde in 1000 m Tiefe eruptives Öl gefunden. Fast die Hälfte der Bohrungen um Ölheim — über 200 — waren Fehlbohrungen.

Ölheim liegt wiederum in unmittelbarer Nähe eines Zechsteinsalzstockes, und zwar an der Südostflanke des 3 km langen, meridionalen steilstehenden Salzhorstes von Eddesse-Ödesse. Den Salzkern, dessen Ostflanke steiler gestellt ist als die westliche, umgeben steilstehende Schichten von Keuper-, Lias-, Dogger-, Wealden- und Unterkreidealter.

Ölträger sind Sandsteinbänke im Rhaet und Unterdogger, besonders aber im Wealden und in der marinen Unterkreide. Das Fördergebiet bedeckt nur 16 ha. Der Ölspiegel liegt 80 m tief. Das gepumpte Öl ist mittelschwer (0,94), dunkelgrün und gasarm.

### *6. Horst-Wiephausen.*

Östlich von Ölheim gelegen, lieferte es seit 1880 aus Bohrungen von weniger als 300 m Tiefe vorübergehend ein dünnflüssiges helles Öl aus Ölnestern in Unterkreidetonen. Tiefbohrungen zwischen 1902 und 1909 fanden in 1000 m Ölspuren in Sandsteinen der Unterkreide.

### *7. Hordorf und Klein-Schöppenstedt.*

Beide Orte in Braunschweig lieferten wenig Öl aus Handschächten und Flachbohrungen. Neuere Bohrversuche wollen die tieferen Lager erschließen.

*8. Andere Vorkommen.*

Außerhalb der genannten Ölreviere sind in Nordwestdeutschland vielfach Ölspuren bekannt, so bei Sehnde, Ahlem-Limmer, Linden, Verden, Wunsdorf, ebenso Erdgase, so bei Neuengamme, Sehnde, Bokeloh.

Auch die nähere Umgebung vieler Salzstöcke kann als erdölhöffig bezeichnet werden. Sind doch von rund 50 Salzstöcken nur vier randlich abgebohrt. Vielleicht entdeckt die intensive Aufschließungstätigkeit noch reiche Felder.

Gebohrt wurde auch in Schleswig, Oldenburg, bei Harburg a. d. Elbe, ferner in Pommern, in der Lausitz und der Mark Brandenburg.

## II. Die oberbayrische Erdölprovinz.

Schon 1441 wurde von Mönchen des Klosters Tegernsee am Westufer des Tegernsees das St. Quirinusöl entdeckt, das neuerdings Veranlassung zu Tiefbohrungen durch die Alpine Tiefbohrgesellschaft gab.

Die durch verschiedenfache, seit 1881 angesetzte und mehrfach fündig gewordene Bohrungen gewonnenen Erdölmengen blieben so gering, daß eine nennenswerte Ausbeute nicht erzielt werden konnte. Aus drei zwischen 1904 und 1912 fündigen Sonden wurden von 1906—1919 über 4 Mill. l Erdöl gewonnen. Bei Wiessee wurde durch eine der Bohrungen eine Jodquelle (Jodbad Wiessee) erschlossen. Das abgebohrte Gebiet umfaßt nur einen Flächenraum von 50 ha. Etwa 30 Bohrungen wurden niedergebracht bis zu einer größten Tiefe von 1145 m.

Das Erdöl ist leicht (spez. Gew. 0,731—0,835), enthält eine Paraffinbasis und 20% Gasolin.

Der geologische Bau des Alpenrandes am Tegernsee ist kompliziert. Tertiäre Schichten, Flysch und helvetische Kreide sind gefaltet und von Überschiebungen durchgesetzt.

Das Tegernseer Öl kommt nun zum Teil aus dem Flysch, vor allem aber aus der ihn unterlagernden, durch eine Überschiebungsfläche und Reibungsbrekzien abgetrennten helvetischen Kreide (den Seewen-Schichten). Doch sind diese beiden Schichtkomplexe nicht das Muttergestein des Erdöls, und die Frage nach jenem ist verschieden beantwortet worden. Flysch wie helvetische Kreide, andererseits Molasse und Eozän wurden als solches in Anspruch genommen. Es scheidet aus der Flysch und ebenso die Oligozänmolasse für den Fall, daß sie sich südwärts nicht unter die helvetische Kreide fortsetzen, worüber keine Klarheit besteht. Das Erdöl könnte aus dem Eozän stammen, das am ganzen Alpenrande als Teil der helvetischen Zone vorkommt, und auch am Westrande des Tegernsees wohl vom Flysch überschoben ist.

Für die Herkunft des Erdöls aus dem helvetischen Eozän hat sich DE TERRA, wie früher schon GUEMBEL, ausgesprochen. Das Eozän enthält jedenfalls Ölanzeichen. RICHTER nimmt dagegen an, daß es an Spalten aus der Molasse in den jene überlagernden älteren Flysch wanderte. Dieser Ansicht ist auch KAUENHOWEN. Sie könnte für sich auf die Verbreitung von kleinen Öl- und Gasspuren im voralpinen Molassegebiet von der Schweiz bis an das Wiener Becken hinweisen („voralpine Erdölprovinz"). Doch sind in den oberbayrischen Kohlenbergwerken nirgends Ölhorizonte in der Molasse festgestellt worden. Keiner der Theorien über den Ursprung des Tegernseer Öls kommt bisher überzeugende Kraft zu.

Die Beschränkung der Ölvorkommen auf das Westufer des Tegernsees ist verursacht durch tektonische Störungen, wie sie auch bei der Anlage des Tegernsees mitspielen. Dafür spricht auch die unregelmäßige Anordnung von Öl- und Gashorizonten in den einzelnen Bohrungen.

Es dürften die Wiesseer Erdölvorkommen in Flysch und Kreide sekundäre Ölansammlungen an Störungszonen sein, während das primäre Lager noch nicht erschlossen ist. Einer Klärung der Herkunft des Erdöls und der wirtschaftlichen Ausnutzungsmöglichkeit des oberbayrischen Erdölfeldes ist nur durch zahlreiche Tiefbohrungen näherzukommen.

## III. Die oberrheinische Erdölprovinz.

Der Oberrheintalgraben, der sich zu Beginn des Tertiärs zu bilden begann, ist erfüllt mit mächtigen tertiären Sedimenten, die über Jura und Trias und diese unterlagernden paläozoischen Schichten folgen. Das Oligozän, die Öl- und Salzformation des Gebietes, setzt sich folgendermaßen zusammen:

| | |
|---|---|
| *Oberoligozän:* | |
| Mergel, Kalksandsteine . . . . . | 300 m |
| brackische Cyrenenmergel . . . . | 40—69 „ |
| *Mitteloligozän:* | |
| Melettaschichten . . . . . | 150—200 „ |
| Foraminiferenmergel . . . . . | 20 „ |
| *Obere Pechelbronner Schichten* . . . . | 200—280 „ |
| Fossilreiche Mergel . . . . . | 50— 70 „ |
| Untere Pechelbronner Schichten . . . | 100—120 „ |
| Dolomitische rote Mergel, Gips, Stein- und Kalisalz . . . . . | 40—100 „ |
| *Unteroligozän:* | |
| Dolomit, Anhydrit, Konglomerate . . | 210—250 „ |

Auf der linken Rheinseite sind folgende Erdölvorkommen zu nennen: Im französischen Elsaß liegen Hirzbach, dann nach größerer Unterbrechung im Norden von Straßburg Ohlungen, Biblisheim-Dürrenbach, Schwabweiler, Oberstritten, Pechelbronn, Sulz, Lobsann und Kleeburg. Unter diesen spielt Pechelbronn die größte Rolle. Weiter folgen in der Rheinpfalz die Fundpunkte Büchelberg im Bienwalde, bei Frankweiler, bei Dürckheim, in Rheinhessen bei Worms noch Mettenheim.

Auf der rechten Rheinseite wurde Erdöl gefunden zwischen Bruchsal und Ubstadt, bei Heidelberg, Weinheim und Heppenheim.

Als Typus der oberrheinischen Vorkommen kann das 350 qkm große Revier von Pechelbronn gelten. Das Oligozän fällt in ihm mit 2—8° nach SO, und wird von zahlreichen Brüchen zerschnitten. Diese haben Sprunghöhen von 2—200 m und streichen NO. Erdöl findet sich in allen

Schichten des Oligozäns bis zu den Melettaschiefern, ausgenommen die rote Leitschicht. Es sammelt sich in den höchsten Stellen der geneigten Schollenstreifen an. Der wichtigste Ölhorizont sind die oberen Pechelbronner Schichten. Sie enthalten 13 Ölsandlager von 2—4 m Dicke und von wechselnder Länge und Breite. Die kreuzgeschichteten Ölsande sind von ölfreien Mergeln umschlossen und nicht gleichmäßig ölreich. Es findet sich sowohl Schwer- wie Leichtöl. Letzteres ist beschränkt auf die tieferen Schichten; ersteres bevorzugt die jüngeren Schichten in Süßwasserfazies.

Die Ölvorkommen sind in SW-NO-Linien angeordnet, also parallel zu den Bruchlinien des Reviers. Man nahm deshalb früher an, daß das Erdöl an ihnen aus größeren Tiefen aufstieg. Es scheint jedoch im Gegenteil das Bruchnetz abdichtend gegen die Aufwärtswanderung des Erdöls zu wirken.

Die Ausbeutung des Pechelbronner Reviers geht weit zurück. Gegen 1880 begann man mit Bohrungen, die meist 200—300 m tief sind. Die bergbauliche Ölförderung wurde 1917 durch die Deutsche Erdöl-AG. eingeführt. Drei Schachtanlagen von rund 250 m Tiefe (mit 636 Bohrungen) beuten die oberen Pechelbronner Schichten aus.

Die Gesamtausbeute des elsässischen Erdölgebietes von 1845—1928 ist 1432970 t.

Die Fortsetzung des ölhaltigen elsässischen Oligozäns auf die rechte Rheinseite wurde 1921 erfolgreich nachgewiesen. Zwischen Bruchsal und Ubstadt wurde ein Ölhorizont in Sandsteinen mit Meletta in einer Tiefe von 224—234 m angetroffen. Es handelt sich um Leichtöl.

Ölspuren wurden neben Salzwasser mehrfach in einer Tiefbohrung bei Heidelberg im Tertiär nachgewiesen.

Das Erdöl der oberrheinischen Provinz entstammt nicht prätertiären Schichten, sondern ist im Tertiär des Rheintalgrabens selbst entstanden, dessen lagunäre Sedimentationsverhältnisse im warmen Oligozän günstige Vorbedingungen für eine Ölabscheidung schufen.

### *Entwicklung des Bergbaues.*

Die erste Kunde über Erdöl in Nordwestdeutschland stammt von AGRICOLA, der 1546 Teerkuhlen — so wurden die natürlichen Austrittstellen des Erdöls vom Volke genannt — bei Hänigsen und in Braunschweig erwähnt.

1859 ließ die Hannoversche Regierung die erste Bohrung in der Teerkuhle von Wietze niederbringen, die — wie viele folgende von andern Interessenten — mißglückte. Erst 1881 gelang es einer Bremer Firma, in Ölheim Öl zu finden. Ein Ölfieber entstand, viele kleine Unternehmungen wurden gegründet: aber das kleine Ölheimer Feld erlag sehr bald den eindringenden Wässern.

Erst die Leichtölfunde bei Wietze 1900 brachten den Aufstieg der hannoverschen Erdölindustrie, der sich nun auch das Großkapital zur Verfügung stellte. Die zahlreichen kleinen wenig lebensfähigen und sich bekämpfenden Unternehmungen schlossen sich nach und nach zu größeren Gesellschaften zusammen. Kurz vor dem Kriege waren so in Wietze die wichtigsten Ölfelder in der Hand der Deutschen Erdöl-AG. Auch in den anderen Revieren sind ähnliche Konzentrationen bis in die neueste Zeit erfolgt.

Hänigsen-Nienhagen entwickelte sich etwa seit 1909. Der hier 1922 von der Gewerkschaft Elwerath erbohrte Springer ließ die Produktion dieses Reviers zusammen mit anderen glücklichen Funden stark ansteigen, so daß es heute die führende Stellung im deutschen Erdölbergbau einnimmt. Die in ihm seit dieser Zeit angesetzten Bohrungen stehen nicht mehr in unmittelbarer Nähe der Flanken des Salzstockes und erreichen erhebliche Tiefen.

Die Zahl der Betriebe, der beschäftigten Personen und die Jahresrohölförderung im deutschen Erdölbergbau gibt die Tabelle 3:

*Tabelle 3.*

| Jahr | Zahl der Werke | Zahl der Beamten und Arbeiter | Rohölförderung t |
|---|---|---|---|
| 1913 | 33 | 1004 | 71178 |
| 1920 | 46 | 1764 | 34955 |
| 1921 | 39 | 2273 | 38303 |
| 1922 | 44 | 2230 | 41922 |
| 1923 | 44 | 2606 | 50718 |
| 1924 | 46 | 2325 | 59299 |
| 1925 | 50 | 2165 | 79104 |
| 1926 | 48 | 2062 | 95338 |
| 1927 | 50 | 2092 | 96883 |
| 1928 | 56 | 1921 | 92003 |
| 1929 | 52 | 1993 | 103798 |

Die Förderung ist von 1920—1929 fast ständig gestiegen. An ihr waren zuletzt die Deutsche Erdöl-AG. (mit der Deutschen Petroleum-AG.) und die Gewerkschaft Elwerath maßgebend beteiligt. Die übrigen Gesellschaften verfügen nur über geringe Gewinnungen.

Die höchste deutsche Erdölproduktion verzeichnet das Jahr 1909 mit 113518 t.

Der Erdölbergbau arbeitet unter schwierigen Verhältnissen. Die bekannten Vorkommen haben nur geringen Umfang. Die Reserven sind bescheiden. Neuaufschließungen als Grundlage größerer Betriebe erscheinen gewiß noch möglich, sind aber auf alle Fälle kostspielig und mit Risiko belastet. Die Gestehungskosten für die Tonne Rohöl sind erheblich, da die einzelnen Sonden meist nur geringe Mengen Öl geben. Die Aufschlußarbeiten sind kostspielig. Ebenso betragen die Abgaben an die Grundeigentümer oft nennenswerte Summen. Die nicht sehr günstige Beschaffenheit des Rohöls erfordert einen kostspieligen Raffinationsprozeß. Doch erreicht das deutsche raffinierte Petroleum durchaus an Güte die eingeführten Öle. Dieser Import ist, da die deutsche Produktion — einschließlich der aus anderen Quellen gewonnenen Öle — den einheimischen Bedarf nicht deckt, erheblich. Er wirkt drückend auf die Unternehmungslust und regelt vor allem die Preisgestaltung, die durchaus vom Auslande bestimmt wird.

Die Gewinnung des Erdöls erfolgt entweder durch Bohrlöcher oder durch Schachtbetrieb. Für

den Bohrbetrieb kommen — neben Flachbohrungen von Hand, mit Schappe, Sandpumpe, Ventilbohrer — Tiefbohrungen verschiedener Systeme in Betracht. Unter den stoßenden Bohrmethoden ist das Schnellschlagbohren, unter den drehenden das Bohren mit Diamant- oder Hartmetallkronen zu nennen, während das im Auslande sehr verbreitete Rotary-System bisher nur vereinzelt angewandt wurde.

Da der Gasdruck in den Ölhorizonten meist zu gering ist, um das Erdöl frei ausfließen zu lassen, muß es geschöpft oder gepumpt werden. Beim Schöpfbetrieb wird durch eine am Seil hängende Schöpfbüchse das Öl in die Höhe gebracht. Diese Betriebsart ist teuer; sie wird angewandt bei mit Sand verunreinigten Schwerölen. Das billigere Pumpen erfolgt durch Saug- oder Druckpumpen, die gewöhnlich zu Gruppen vereinigt sind. Mit dem Öl wird viel Wasser gefördert; das Gemisch wird in elektrischen Kläranlagen geklärt.

Der Schachtbetrieb zur Ölgewinnung ist auf den armen Lagern Deutschlands entwickelt worden, und zwar zunächst im Elsaß, dann in Hannover. Durch Sonden werden einer Lagerstätte im allgemeinen nur 20—25% Erdöl entnommen, während die weitaus größte Menge zurückbleibt: diese kann nur bergmännisch gewonnen werden. Das Leichtöl von Pechelbronn fließt aus den Ölsanden leicht aus, so daß bei einem engen Streckennetz der größte Teil gewinnbar ist. Bei dem träger fließenden Schweröl von Wietze dagegen wird der Ölsand abgebaut, gefördert und gewaschen. Die Gas- und Brandgefahr ist nicht schwerwiegend. Ebensowenig wurden gesundheitliche Nachteile für die Bergleute beobachtet. Die bergmännischen Anlagen in Pechelbronn und Wietze (mit einem 240 m tiefen Schachte) haben sich bewährt. Jedenfalls trägt der Schachtbetrieb, der eine gewisse Entgasung der Lagerstätte voraussetzt, sehr zur Verlängerung der Lebensdauer einer solchen bei.

Die Verarbeitung des Rohöls erfolgt teils in den Raffinerien der großen Erdölgesellschaften, teils in denen von Ölvertriebsgesellschaften. Bei der deutschen Gewinnung von vorherrschend schweren Ölen ist eine Herstellung von Benzin und Petroleum nur in kleinem Umfange möglich. Die Verarbeitung geht auf Gas- und Putzöl mit 12—15%, auf Transformatorenöl mit 50—75% und auf Maschinenöl mit etwa 20%.

Eine große Anzahl von bergbaulichen Unternehmungen sind mit der Förderung von Erdöl beschäftigt. Es bestehen, oft wieder zusammengeschlossen, im Gebiete von Wietze-Steinförde 8, von Hänigsen-Nienhagen 17, von Oberg und Ölheim 8, daneben in anderen Gebieten gegen zwei Dutzend von Erdölbohrunternehmungen. Der überwiegende Teil von allen diesen ist nicht produzierend. Als wichtige Produzenten seien genannt die Deutsche Petroleum-AG. in Wietze, die Gewerkschaft Elwerath, die Erdöl-Bergbau-AG. und die Gewerkschaft Krug v. Nidda, sämtlich in Hänigsen-Nienhagen.

## Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Mitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

### Über eine bemerkenswerte Eigenschaft des im Quecksilberdampf gestreuten Lichtes.

Von einer *ohne* Kühlung brennenden Quarzquecksilberlampe fällt das Licht der stark selbstumgekehrten Resonanzlinie 2537 Å in eine Streukammer mit Quecksilberdampf von Zimmertemperatur. Die dort ausgelöste Streustrahlung ist schwach, doch mit einem Spitzenzähler sicher nachweisbar. Bringt man in den Weg der primären Strahlung als Absorbenz eine Quecksilberdampfschicht von Zimmertemperatur, so beobachtet man einen gewissen prozentualen Überschuß der Zahl der Stöße über die der Leerstöße, deren Anzahl nach Einschaltung einer Glasplatte vor der Streukammer festgestellt wird; im Wege der Streustrahlung dagegen reduziert die Dampfschicht diesen ersterwähnten Überschuß auf einen Bruchteil des ursprünglich vorhandenen. Damit ist nachgewiesen, daß die in der primären Strahlung nicht mehr nachweisbare Eigenfrequenz der Quecksilberatome in der Streuintensität vorhanden ist.

Wegen Einzelheiten der Versuchsanordnung und der Kontrollversuche sowie einer ausführlichen Diskussion des Fragenkomplexes verweise ich auf eine Mitteilung, die an anderer Stelle erscheinen wird. In der Astrophysik spielt der hier im Laboratoriumsexperiment nachgewiesene Effekt möglicherweise für die Restintensität der FRAUNHOFERschen Linien eine maßgebende Rolle.

Die auf den ersten Blick naheliegende Deutung der Erscheinung im Anschluß an eine Arbeit von O. HALPERN[1] bietet jedoch bei näherem Zusehen ernstliche Schwierigkeiten. Der Verf. möchte daher die Frage nach der Ursache der Erscheinung offen lassen, bis weitere Versuche eine Entscheidung zwischen anderen Deutungsmöglichkeiten zulassen.

München, Physikalisches Institut der Universität, den 9. März 1931. WILHELM SCHÜTZ.

### Über einen Isotopeneffekt der Hyperfeinstruktur an *Tl*.

Der Wert des Kernmomentes $i = 1/2$ für *Tl* ist sichergestellt aus Beobachtungen von *Tl I*[2] und *Tl II*[3]. Da nun aber die Linie 5351 ($6s^2\,6p\;^2P_{3/2} - 6s^2\,7s\;^2S_{1/2}$) des *Tl I* mehr Komponenten aufweist[2], als das Struktur-

[1] Z. Physik **67**, 523 (1931).

[2] H. SCHÜLER und H. BRÜCK, Z. Physik **55**, 575 (1929); **56**, 291 (1929).

[3] MCLENNAN, MCLAY u. CRAWFORD, Proc. roy. Soc. Lond., A **125**, 570 (1929).

schema verlangt, so sind zur Erklärung dieser Unstimmigkeit weitere *Tl I*-Linien mit Hilfe einer Glimmentladung[1] in *Tl* Dampf untersucht worden. Es zeigt sich, daß $\lambda = 6714$, 6550, 5584, 5528, 5109 und 2768[2] genau in das Strukturschema für $i = 1/2$ passen. Aus den Befunden geht weiter eindeutig hervor, daß eine *Tl*-Isotope mit dem Kernmoment $i = 0$ nicht in Frage kommen kann. Aus Intensitätsmessungen folgt ferner, daß der Grundterm von 5351 ($6s^2\,6p\,^2P_{1/2}$) eine unmeßbar kleine Aufspaltung besitzt und daß daher diese Linie nach dem Strukturschema eigentlich nur zwei beobachtbare Komponenten haben sollte. Tabelle 1 zeigt das experimentelle Bild mit den vier Komponenten.

*Tabelle 1.*

| Komponenten | *d* | *c* | *b* | *a* | $(a-c) = 0{,}395$ | $I_a/I_c = 3/1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Intensität | 1 | 2,3 | 3 | 7 | | |
| $\Delta\nu$ cm$^{-1}$ | −0,450 | −0,395 | −0,062 | 0 | $(b-d) = 0{,}388$ | $I_b/I_d = 3/1$ |

Da wir beim *Tl I* nur an der Linie 5351 mit Sicherheit das Auftreten überzähliger Komponenten feststellen konnten, so wurden nun die im Sichtbaren liegenden *Tl II*-Linien untersucht. Unter Berücksichtigung der Zahl und der Intensitäten der Komponenten bestätigte sich auch hier das Kernmoment $i = 1/2$, mit der Ausnahme, daß 5490 ($6s\,7s\,^1S_0 - 6s\,7p\,^1P_1^0$) vier statt zwei und 4765 ($6s\,7s\,^3S_1 - 6s\,7p\,^1P_1^0$) mindestens sieben statt vier Komponenten haben.

Es ist nun möglich, nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ diese Tatsachen durch folgende Überlegungen als einen neuen Isotopeneffekt zu erklären.

1. Da *Tl* keinen Wert $i = 0$ aufweist, so sind in Übereinstimmung mit dem Isotopenschema des periodischen Systems keine geradzahligen Isotopen zu erwarten.

2. Da das Atomgewicht des *Tl* 204,39 ist und da bisher in keinem Fall im periodischen System die Elemente mit ungeradzahligen Kernladungszahlen mehr als zwei um zwei Einheiten verschiedene Isotopen aufweisen, so scheint die Annahme von den *Tl*-Isotopen 203 und 205 durchaus plausibel.

3. Eine Erweiterung des Strukturschemas ist nun dadurch gegeben, daß die Niveaus für die Isotopen 203 und 205, beide mit $i = 1/2$, nicht mehr zusammenfallen, sondern gegeneinander verschoben sind. Wenn man aus dem Atomgewicht das Mengenverhältnis der Isotopen 203 und 205 bestimmt (1 : 2,3) und dieses Verhältnis im erweiterten Termschema in Rechnung setzt, so ergibt sich bei den untersuchten Linienbildern sowohl in bezug auf Zahl, Lage und Intensität der Komponenten eine vollkommene Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung.

Das Experiment zeigt, daß die Verschiebungen der Isotopenterme gegeneinander besonders groß und daher leicht beobachtbar sind bei dem $6s^2\,6p\,^2P_{1/2}$-Term von *Tl I* ($\triangle\nu \backsim 0{,}055$ cm$^{-1}$) und bei dem $6s\,7p\,^1P_1$-Term von *Tl II* ($\triangle\nu \backsim 0{,}240$ cm$^{-1}$).

4. Es ist bemerkenswert, daß gerade diese Terme infolge der Kopplungsverhältnisse eine sehr kleine $i$-Aufspaltung besitzen, während Terme mit großen $i$-Aufspaltungen kaum beobachtbare Verschiebungen zeigen.

Die hier bei *Tl* beobachteten Differenzierungen der Isotopen sind nicht auf magnetische Kräfte zurückzuführen, vielmehr scheint es sich um elektrische Wirkungen der Atomkerne zu handeln.

Es sind Versuche im Gange, diese Erscheinungen an Hg und Pb zu prüfen. Eine ausführliche Darstellung der Resultate erfolgt an anderer Stelle.

Berlin-Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, Laboratorium des Einstein-Institutes, den 10. März 1931. H. Schüler und J. E. Keyston.

[1] H. Schüler, Z. Physik 35, 323 (1926).

[2] Die Linie 2768 besteht aus zwei Komponenten. Die von Back [Ann. Physik 70, 333 (1923)] beobachteten vier Komponenten lassen sich zwanglos als Selbstumkehr deuten.

## Über die scheinbaren Volumina und Refraktionen von gelösten Elektrolyten.

Die in d. Z. 1931, H. vom 13. März, S. 251 veröffentlichte Zuschrift von O. Redlich veranlaßt mich, folgendes mitzuteilen. Im Zusammenhang mit Untersuchungen über die Konzentrationsabhängigkeit der Molrefraktion von Elektrolyten[1] habe ich auch das Verhalten des *scheinbaren Volumens* $\Phi$ der gelösten Elektrolyte einer eingehenden Prüfung unterzogen. Dabei ergab sich eine lineare Abhängigkeit von der *Wurzel* aus der Konzentration:

$$\Phi_v = \Phi_0 + K \cdot \sqrt{C_v},$$

wo $C_v$ in Mol/Litern ausgedrückt wird.

Die analoge, von O. Redlich für das partielle molare Volumen gefundene Beziehung steht mit der obigen auf Grund der Verknüpfung von scheinbarem Molvolumen und partiellem molarem Volumen[2] in zwangsläufigem Zusammenhang.

Der stets postitive Faktor K ist bei den bisher gemessenen Alkalihalogeniden (mit Ausnahme der Li-Salze) bei konstanter Temperatur (im Gebiet von 0 bis 70°) innerhalb der Meßfehler (im Durchschnitt 0,05 bis 0,1 ccm) bis zur Sättigung konstant und erweist sich, ebenso wie das Volumen $\Phi_0$ bei unendlicher Verdünnung[3], als eine angenähert additive Größe.

Für die Abstufung der Werte von K gilt

$$\mathrm{Li} < \mathrm{Na} < \mathrm{K,\ Rb,\ Cs,\ \ und\ \ F} > \mathrm{Cl} > \mathrm{Br} > \mathrm{J}\,.$$

Die lineare Beziehung hat sich auch an 12 Salzen aus den Gruppen der Perchlorate, Sulfate und Carbonate bestätigen lassen.

Die Veröffentlichung dieser vor mehreren Monaten gefundenen Beziehung wurde bis jetzt hinausgeschoben, weil zu ihrer Prüfung in dem besonders interessanten Gebiet kleiner Konzentrationen (unterhalb 0,3 n) keine genügend zuverlässigen Daten vorlagen. Inzwischen habe ich Dichtemessungen nach einer Differentialschwebemethode an Lösungen von NaBr, $Na_2SO_4$, $K_2SO_4$, $Na_2CO_3$ bis C = 0,01 ausgeführt, durch welche $\Phi$ mit einer Genauigkeit von mindestens 0,01 ccm bestimmt werden konnte. Dabei ergab sich für NaBr strenge Gültigkeit obiger Beziehung, bei den anderen Salzen eine zwar geringe, aber systematische Abweichung von der Linearität.

Es sei erwähnt, daß diese Messungen, welche ich auf Anregung von Herrn Prof. K. Fajans ausführte, zusammen mit Bestimmungen der Brechungsindizes der Lösungen (einstweilen bis C = 0,05) nach einer interferometrischen Methode auch die Konzentrationsabhängigkeit der Molrefraktion gelöster Salze zu bestimmen erlauben. Dabei ergibt sich für die genannten

[1] W. Geffcken, Z. physik. Chem. (B) 5, 81 (1929).

[2] Vgl. Lewis-Randall, Thermodynamik.

[3] Die Werte $\Phi_0$ lassen sich, wie in einer Arbeit von Fajans und Geffcken gezeigt werden wird, auf die Einzelionen verteilen, wobei man z. B. für $Cl^-$ als untere Grenze 18,0, als obere Grenze 23,3 ccm erhält.

Salze, daß die in früheren Untersuchungen aus dem hiesigen Institut[1] im Gebiete oberhalb C = 1 bei fallender Konzentration auftretenden linearen, teils negativen, teils positiven Gänge bis zu C = 0,05 herab nachweisbar sind. Die Auffassung von FAJANS und Mitarbeitern, daß diese Gänge durch Zustandekommen einer weitgehenden Annäherung entgegengesetzt geladener Ionen unter Wegdrängung der sie trennenden Wassermoleküle bedingt werden, gewinnt dadurch eine weitere Stütze.

Die ausführlichen Arbeiten, welche zum Teil gemeinsam mit CH. BECKMANN und D. PRICE ausgeführt wurden, werden in der Z. physik. Chem. veröffentlicht.

München, Chemisches Laboratorium der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-chemische Abteilung, den 13. März 1931. W. GEFFCKEN.

[1] Vgl. z. B. FAJANS u. KOHNER, Z. physik. Chem. **147**, 241 (1930).

## Besprechungen.

DE BEER, G. R., **Embryology and Evolution.** Oxford: Clarendon Press 1930. VIII, 116 S. und 7 Abbildungen. 12×18 cm. Preis geb. 5 sh.

Es ist die Absicht des Verfassers, dem biologischen Denken über den Zusammenhang von individueller Entwicklung und Stammesentwicklung aus der Sackgasse, in die es durch HÄCKELS Theorien gekommen ist, herauszuhelfen, und auf die Fruchtbarkeit von Ideen hinzuweisen, die sich aus den von CARL ERNST VON BAER aufgestellten Gesetzen ergeben. Entwicklungsgeschichte und Stammesgeschichte wurden von HÄCKEL durch das *biogenetische Grundgesetz* verknüpft, das besagt, daß Ontogenie Rekapitulation der Phylogenie ist. Wird dies Gesetz konsequent angewandt, so folgt daraus für den Verlauf der Phylogenie, daß bei der Weiterentwicklung immer jeweils an einen ontogenetischen Entwicklungscyclus ein neues Stadium angereiht wird, daß also neue Variationen immer im Erwachsenenstadium auftreten. Nach dieser Auffassung ist der Verlauf der Phylogenese ursächlich für den Verlauf der Ontogenese verantwortlich zu machen. Wird demgegenüber das allgemeine Gesetz von CARL ERNST VON BAER berücksichtigt, gemäß dem die Embryonalstadien der Tiere deshalb einander ähnlich sind, weil die ontogenetische Entwicklung vom Allgemeinen zum Besonderen fortschreitet und entsprechend dem die Embryonalstadien höherer Tiere nicht den Reifestadien niederer Tiere, sondern nur wieder den Embryonalstadien niederer Tiere ähneln, so ergibt sich für phylogenetische Spekulationen eine ganz andere Basis: Die phylogenetische Fortbildung setzt nicht bei den Variationen der Reifestadien an, sondern bei den Embryonalstadien, und die Faktoren, die für die Stammesentwicklung wichtig sind, müssen bei der Untersuchung der Ontogenie ans Tageslicht kommen. Der spezielle Ablauf der Ontogenie ist nicht durch den Verlauf der Phylogenie bestimmt, sondern umgekehrt, die stammesgeschichtliche Fortentwicklung wird durch Vorgänge eingeleitet, die in der Ontogenie mit allen ihren Möglichkeiten ansetzen, zweifellos eine Auffassung, die bei der fortschreitenden experimentellen Bearbeitung der Embryologie seit ROUX und DRIESCH immer mehr in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden mußte.

Anknüpfend an Gedankengänge von FRITZ MÜLLER, AGASSIZ, KEIBEL, MEHNERT, OSKAR HERTWIG, GARSTANG, NAEF, SEWERTZOW, FRANZ u. a. entwickelt BEER unter Berücksichtigung neuester Ergebnisse der Entwicklungsphysiologie bestimmte Vorstellungen über die Möglichkeiten, wie Entwicklungsstadien und Reifestadien von Vorfahren und Nachkommen in reale Beziehung zu setzen sind. Eine Weiterentwicklung, die sich an ein Reifestadium eines Vorfahren anschließt, bezeichnet er als Gerontomorphose, und eine ein Embryonalstadium fortsetzende Phylogenese als Paedomorphose. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich sofort, daß der *Gerontomorphose* nicht ein solch großer Einfluß für die phylogenetische Fortentwicklung zugesprochen werden kann, wie es bisher meist üblich war. Fast sämtliche Beispiele, an denen die biologische Rekapitulation erläutert wurde, lassen sich in Wirklichkeit nicht in solcher Absicht verwenden. Sehr selten gleicht das Endstadium einer früheren Generation dem Embryonalstadium einer nachfolgenden Generation. Die Kiemenspalten der Vogel- und Säugerembryonen, um nur ein paar der wichtigsten Beispiele zu nennen, gleichen nicht den Kiemenspalten der erwachsenen Fische, sondern denen der Fischembryonen, der embryonale Knorpel als Vorstufe der Knochenanlagen bei höheren Wirbeltieren unterscheidet sich vom bleibenden Knorpel der Haifische, die Gestalt der Anfangskammern in den Gehäusen hochstehender Ammoniten kann nicht derjenigen der Endkammern erwachsener stammesgeschichtlicher Vorfahren gleichgesetzt werden. Es zeigt sich in der großen Mehrzahl der Fälle, daß das Reifestadium der Vorfahren eine bestimmte Weiterdifferenzierung vom Embryonalstadium aus einging, die eben nicht rekapituliert wird. Nur Einzelfälle, wie etwa die Mysiden und die Dekapoden unter den Krebsen, bleiben als Dokumente der Rekapitulation der Phylogenie in der Ontogenie, bei denen allerdings auch nicht im Sinne HÄCKELS von einer *verkürzten* Wiederholung der Stammesgeschichte in der Embryonalentwicklung gesprochen werden kann.

Der Verfasser bezeichnet eine solche Art der Phylogenese als Hypermorphose. Weitere Fälle der Gerontomorphose fallen entweder unter den Begriff der Fortbildung durch Erwachsenenvariation, wenn ein Charakter in der nächsten Generation in korrespondierendem Alter in einer Variation wiederkehrt, oder unter den Begriff Akzeleration, wenn eine Eigenschaft des Reifestadiums in der nächsten Generation bereits im Embryonalstadium auftritt. Alle vom Verfasser gegebenen Beispiele aber zeigen, daß durch eine Änderung der Charaktere auf Grund der Gerontomorphose keine großen phylogenetischen Schritte erzielt werden können, höchstens dürfte eine Weiterentwicklung in die nächste Familie oder Ordnung hinein bewirkt werden können.

Das ist anders bei der *Paedomorphose*, bei der der antreibende Faktor an den Embryonalstadien ansetzen kann. Zwar kommt caenogenetischen Abänderungen, soweit sie nur in korrespondierendem Alter auf die nächsten Generationen übertragen werden, kein phylogenetischer Wert zu. Wird dagegen vom Embryonalstadium aus in progressiver Abweichung (Deviation) für das Reifestadium der Nachkommen eine neue Organkonstellation gefunden, wofür etwa die Verwendung der ersten Kiemenspalte der Fischembryonen als Grundlage für die Entwicklung der EUSTACHischen Röhre bei höheren Wirbeltieren ein Beispiel sein mag, so können Tierklassen und größere systematische Einheiten überschritten werden. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhange der Neotenie zu, wenn im Sinne des Verfassers unter diesem Begriff

allgemein solche Fälle zusammengefaßt werden, bei denen embryonale Organisation von Vorfahren die Grundlage für die Organisation der Erwachsenenstadien späterer Nachkommen darstellt. Die Schädelwinkel des erwachsenen Hundes sind sehr verschieden von denen des Hundeembryo, aber diejenigen des erwachsenen Menschen gleichen sowohl denen des embryonalen Menschen wie denen des embryonalen Hundes. Im Anschluß an derartige Gedankengänge ergibt sich selbst die Möglichkeit, den Sprung Echinodermen (Stachelhäuter)-Wirbeltiere zu überbrücken.

Der Verfasser legt besonderes Gewicht darauf, die Möglichkeit der zeitlichen Verschiebung des Auftretens einzelner Charaktere, die *Heterochronie*, die ja Voraussetzung für die Durchführung der eben dargestellten Vorstellungen bildet, durch entwicklungsphysiologische Daten zu begründen. Zur Erklärung der Hypermorphose, der Akzeleration kann im Rahmen der Vererbungsgesetze die GOLDSCHMIDTsche Theorie der abgestimmten Reaktionsgeschwindigkeiten herangezogen werden. Eine Neotenie auf Grund einer Entwicklungsverzögerung des Somas gegenüber der Entwicklung der Geschlechtszellen liegt im Bereich vorhandener Vorstellungen. Mit der Begründung der Möglichkeit von Heterochronie ist natürlich, wie auch der Verfasser wohl weiß, über die Ursachen der Richtung bestimmter phylogenetischer Veränderungen noch nichts bekannt. Es ist dem Verfasser dieses anregenden und durch mannigfache Beispiele illustrierten Buches zunächst vor allem darum zu tun, eine bessere Synthese unserer Kenntnis von Embryologie und Phylogenie zu schaffen, als sie durch eine konsequente Theorie der Rekapitulation gegeben werden konnte. F. SEIDEL, Königsberg i. Pr.

**POLL, HEINRICH, Zwillinge in Dichtung und Wirklichkeit.** Berlin: Julius Springer 1930. 52 S. Preis RM 2.80.

Es dürfte nur selten vorkommen, daß sich naturwissenschaftliche Fragen durch Material aus Märchen und Sage, Posse und Drama merklich fördern lassen. Zahlreiche Zwillingsprobleme hat die Poesie rein intuitiv und auf Grund eigener Beobachtungen in älterer Zeit behandelt, während der moderne Dichter daneben auch wissenschaftliche Grundlagen sich zunutze macht, wie sie in diesem Gebiete der Biologie seit GATONS exakten Forschungen gelten: die Zwillingsbiologie. Es fehlte seitdem nicht an strengen Untersuchungen; das Zwillingsproblem aber sinnvoll in die Methodik der menschlichen Erbkunde hat der Direktor des Anatomischen Instituts der Hamburgischen Universität eingereiht, der sich seit fast einem Vierteljahrhundert mit diesen streng biologischen und „literarischen" Beobachtungen beschäftigt. Daher wird es verständlich, daß aus der Kombination biologischer Erkenntnis und dichterischen Nachempfindens diese feinsinnige Analyse des Zwillingsdaseins hervorgeht, die aus der großen vom Autor durchgearbeiteten Weltliteratur die wichtigsten Typen zur Grundlage auswählt. Die biologisch wesentliche Scheidung in Eineiige, d. h. in ihrem Erbgut gleiche Zwillinge, und Zweieiige, die in Wirklichkeit nur richtige Geschwister, zur gleichen Zeit geboren, sind, ist in Wirklichkeit schon schwer, wird in der Dichtung erst recht schwierig. Die Zweieiigen ungleichen Geschlechtes werden ausgeschaltet; die Eineiigen bilden den Kernpunkt der Untersuchungen, wobei jedoch die zweieiigen Zwillinge gleichen Geschlechts nicht ganz vernachlässigt werden dürfen.

Während das „nicht wissenschaftlich spekulierende Volksempfinden" im Märchen feinsinnig ein- und zweieiige Zwillinge unterscheidet, steht die Kunstdichtung der erbbiologischen Grundlage des Zwillingstums weit fremder gegenüber. Das Ähnlichkeitsproblem, genisch-konstitutionell allgemein bedingt, wird als unkünstlerisch zurückgestellt; die modifikatorisch erzeugten Unähnlichkeiten als das eigentlich erst Individuelle bei den Erbgleichen wird akzentuiert: hier laufen die Wege der Kunstgestaltung und der biologischen Analyse dicht nebeneinander. Normalanatomische und pathologische Asymmetrien, Fingerlinien und Handlinien sind dem Dichter wie dem Biologen geeignete Hilfsmittel zu künstlerischer und wissenschaftlicher Analyse. Sogar das graphologische Moment spielt in der Dichterphantasie eine Rolle, obwohl dessen Verwertung für die Genik eben erst begonnen hat.

Die Schilderungen der Literatur über die Psychologie der Zwillinge stimmen mit den biologischen Beobachtungen gut überein, auch wenn sie viele Jahrhunderte der Zwillingspsychologie vorausgeeilt sind. Obwohl eine allgemeine Lösung der Frage noch nicht möglich ist, scheinen nach MULLER und NEWMAN stark und schwach modifikable Paare nebeneinander vorzukommen, wobei zwei Faktorengruppen in der Umwelt als wesentlich zu beobachten sind: das *intellektuale* und *emotionale* Milieu.

Das Gebiet des Emotionalen bildet der Poesie weit mehr Handhaben zu künstlerischer Ausgestaltung als das des Intellektualen. Auf genischer Grundgleichheit wechselnde Niveauunterschiede bleiben stets in biologisch-modifikatorischen Grenzen. Die logischen und biologischen Folgen der Überähnlichkeit veranlassen Forscher und Dichter zur Aufstellung einer „Eindrucksskala", welche die Empfindlichkeit des genealogisch entfernten oder näherstehenden Beobachterkreises zur Abstufung benutzt. Die drei Ähnlichkeitsgrade mit Übergängen aufweisende Meßskala gipfelt für das ganze Zwillingsleben in der Mutter — der genealogisch stärksten funktionellen Nähe —, für die Reifezeit beim geliebten Wesen — der am stärksten affektbetonten engsten ökologischen Beziehung.

Ähnlichkeitsproblem und etho-ökologischer Fragenkomplex gehen in der Symbolik untrennbar durcheinander. In der Gesamtsituation des Zwillingspaares gibt es eine intrageminale und extrageminale Reaktionsart: intrageminales Reagieren wird immer nur im Hinblick auf die Umwelt verständlich; denn ohne Umwelteinfluß keine Möglichkeit, bei einem Zwillingspaar die gemeinsamen Reaktionen auf die größere Gemeinschaft zu beobachten. Gemeinschaftssprache, Namenstausch symbolisieren äußerlich die Enge der Gemeinschaft, weisen aber auf tiefe Seelenverbundenheit hin: die Erbgleichen sind seelische Doppelbildungen mit unsichtbarer Seelenbrücke — wie die Siamesischen Zwillinge Doppelmißbildungen mit sichtbarer Körperbrücke sind. Daher hochgradiges „telepathisches Ferngefühl" bei Trennung; ein Weg, gegebenenfalls zu analysieren, was an der Telepathie biologisch wahr sein könnte.

Jedes erbgleiche Paar, dessen Ganzgebundenheit einer Ehe vergleichbar ist — wobei die in der Dichtung auftretende subsexuelle Tönung wohl Pubertätserscheinung ist, unterliegt einem Differenzierungsprozeß im Sinne einer Art Polarität: der eine Zwilling ist Führer im Denken, Fühlen und Wollen, vom Partner als solcher ganz selbstlos anerkannt. Keine Differenzen, kein kleinlicher Zank zwischen beiden schon aus diesem Grunde. Nur *ein* fremdes Element zerstört diese funktionelle Nähe beider Zwillinge: die erste Liebe. Sie bedeutet echte Trennung — im Gegensatz zu gewollten unechten Unterscheidungen —, und zahllose Kompli-

kationen werden heraufbeschworen, doch *stets* nur im Hinblick auf den anderen! Extrageminalen Einflüssen gegenüber nehmen die Erbgleichen stets eine Abwehrstellung ein. Daher auch die eigenartige Stellung zu Eltern, Geschwistern und Verwandten. Selbst bei intrageminal loderndem Haß stehen sie wie ein Block jedem Angreifer gegenüber, wie eine dualistische Einheit einer zweiten, wie ein Staat im Staate. Ganz verbunden sind sie bis über den Tod hinaus, der diese zwar logischerweise als zwei angesehenen, aber niemals biologisch als zwei zu betrachtenden Lebewesen vollkommen trennt. ROBERT NEUMANN, Hamburg.

BRAMBELL, F. W. ROGERS, **The Development of Sex in Vertebrates.** London: Sidgwick & Jackson 1930. XIV, 261 S., 25 Abbild. und 24 Taf. 14×22 cm. Preis 12 sh.

Unsere Kenntnisse der grundlegenden Tatsachen und Vorgänge der Geschlechtlichkeit im Tierreiche sind in den letzten Jahrzehnten so wesentlich erweitert und vertieft worden, wie niemals vorher in der Geschichte der Biologie. Dabei hatten die Untersuchungen an wirbellosen Tieren, insbesondere die Insekten, das wichtigste Material geliefert und insbesondere zu einer genetisch-entwicklungsphysiologischen Theorie der Geschlechtsbestimmung geführt. In den letzten Jahren nun haben sich auch unsere Kenntnisse der Geschlechtlichkeit bei den Wirbeltieren so bereichert, daß man den Wunsch hegen konnte, sie im Zusammenhange dargestellt sowie miteinander und mit unseren sonstigen Kenntnissen über Sexualität in Beziehung gesetzt zu sehen. Das Buch von BRAMBELL ist einer der ersten Versuche auf diesem Gebiet, der von großem Erfolg gekrönt worden ist. Einem Überblick über die allgemeinsten anatomischen und physiologischen Tatsachen der Fortpflanzung bei den Wirbeltieren folgen Abschnitte über Spermato-, Oogenese und Befruchtung sowie ein besonderer Abschnitt über die Geschlechtschromosomen. Daran schließt sich eine sehr willkommene Behandlung des Zahlenverhältnisses der Geschlechter. Besonders wichtig sind die dann folgenden Abschnitte über die embryologisch-histologischen Vorgänge bei der Differenzierung der Gonaden. Hier liegt ja ein Schlüssel zu dem Problem der Geschlechtsdifferenzierung der Wirbeltiere und zur Erklärung der verschiedenen abnormen Geschlechtsverhältnisse. In diesen Abschnitten bewegt sich der Verfasser auf einem Arbeitsgebiet, das er selbst durch wichtige Arbeiten bereichert hat. Zwei weitere Abschnitte sind dem Aufbau und der Bedeutung der ovariellen Follikel und des Corpus luteum für die Vorgänge bei der Brunst, Trächtigkeit, Geburt und Milchabsonderung gewidmet. Das letzte Drittel des Buches behandelt die sexuellen Zwischenstufen, Gynandromorphismus, Hermaphroditismus und Geschlechtsumkehr, die ja bei Fischen und besonders Amphibien und Vögeln viel untersucht worden sind. In diesen Abschnitten zeigt sich die Anwendbarkeit der vorher dargelegten genetisch-embryologischen Prinzipien. Sie bilden ein schönes Beispiel für die notwendige Zusammenarbeit der verschiedenen Teilgebiete: Ohne den Geschlechtschromosomenmechanismus wären die Tatsachen, die gerade gegen ihn zu sprechen scheinen, nicht zu verstehen, aber seine Bedeutung als eines nur regulierenden, jedoch nicht letztlich bestimmenden Mechanismus wird ebenso klar erkennbar. Die Darstellung ist gewöhnlich elementar, so daß sie für einen größeren Kreis von Biologen geeignet ist. Auch der verhältnismäßig geringe Umfang des Buches schloß eine monographische Behandlung aus. Im ganzen bietet das anregende Buch einen erfreulichen Rückblick auf das Geleistete und einen Ausblick auf neue Aufgaben.

CURT STERN, Berlin-Dahlem.

HENDERSON, L. J., **Blood.** A study in general physiologie. New Haven Connecticut: Yale University Press 1929. XIX, 389 S. 15×23 cm. Preis geb. 5 Dollar.

Nach HENDERSON ist das Blut als ein physikalisch-chemisches System zu betrachten, das aus eng miteinander verbundenen Größen zusammengesetzt ist. Eine Änderung einer dieser Größen — Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure, andere Säuren, Basen, Serumeiweißstoffe und Hämoglobin — hat Änderung anderer Größen zur Folge. Schon vor HENDERSON waren diese eben aufgezählten Blutbestandteile untersucht worden, doch alle diese isolierten Untersuchungen bildeten nur Bruchstücke, und HENDERSON blieb die Betrachtung des Blutproblems als Ganzes vorbehalten. Aus der Fülle des Inhalts sei ein Beispiel herausgegriffen: die Beziehung der Kohlensäure zu den anderen Variablen des Blutes. Fügt man einem Blut Basen zu, steigt die $CO_2$-Dissoziationskurve; variiert man in einem gegebenen Blut das Hämoglobin, so wird je nach Verminderung oder Vermehrung die $CO_2$-Bindungskurve flacher oder steiler verlaufen; vermehrt man in einem Blut die Serumproteine oder die Säuren, so wird durch die eintretende Fixation von Basen, die zur $CO_2$-Bindung zur Verfügung stehen, wiederum die $CO_2$-Dissoziationskurve flacher. Das Wasser als Lösungsmittel dieser Substanzen hat selbstverständlich durch Änderung seiner Menge einen entsprechenden Einfluß, und schließlich besteht die wichtige gegenseitige Beziehung zwischen $CO_2$- und $O_2$-Kapazität, die die Abhängigkeit der eben genannten Faktoren wiederum auch von dem $O_2$-Gehalt des Blutes erkennen läßt. Ebenso sind auch Gesetzmäßigkeiten der Beziehungen der einzelnen Bestandteile von Plasma und roten Blutkörperchen festzustellen. Als Ausdruck der zahlreichen ermittelten, mathematisch definierbaren Abhängigkeiten der einzelnen Blutfaktoren voneinander konstruiert HENDERSON das kartesianische Nomogramm. Wenn das Nomogramm eines Blutes aufgestellt ist, genügt es, 2 Variable zu analysieren, um alle anderen Faktoren ablesen zu können. Nomogramme gesunder Personen sind sich nahezu gleich. Nach Arbeitsleistungen gesunder Personen und in pathologischen Fällen, wie der perniziösen Anämie, der chronischen Nephritis, der Acidose, der Alkalose, zeigen sie die tiefgreifenden Veränderungen an *allen* Bestandteilen des Blutes. MICHELSEN, Leipzig.

## Die Technik im Jahre 1930.

Die Aufgabe, einen Überblick über die Fortschritte der Technik im abgelaufenen Jahre zu geben, bietet im Hinblick auf die vielen Zweige, die die Technik heute umfaßt, gewisse Schwierigkeiten. Man muß sich damit begnügen, die am wichtigsten scheinenden der Gebiete herauszugreifen, ohne auf Vollständigkeit Anspruch erheben zu können.

### Krafterzeugung.

Im Mittelpunkt des Interesses steht natürlich der Fortschritt der *Krafterzeugung*. Die Größe dieses Zweiges der Technik hat im abgelaufenen Jahre die Zweite Internationale Weltkraftkonferenz bewiesen, die fast 4000 Teilnehmer aus allen Erdteilen bei den Verhandlungen in Berlin vereinigt und nicht weniger

als 300 wissenschaftliche Beiträge zur Erörterung gestellt hat. Über einige Ergebnisse dieser Verhandlungen werden wir an dieser Stelle noch bei anderer Gelegenheit berichten.

Von den Mitteln der Krafterzeugung wären zunächst die *Dampfkessel* zu nennen. Hier kennzeichnet sich der Fortschritt nicht so sehr in der Steigerung von Druck und Temperatur des erzeugten Dampfes, als darin, daß große Kraftanlagen für diese Betriebsverhältnisse, die man bisher nicht für sicher genug gehalten hatte, praktisch ausgeführt worden sind und sich als genügend zuverlässig erwiesen haben. In den Vereinigten Staaten gibt es heute schon etwa ein Dutzend Elektrizitätswerke, in denen Dampfkessel für etwa 100 Atmosphären Betriebsdruck und 500° Dampftemperatur laufend arbeiten. Während es sich hier im allgemeinen um Kessel handelt, die den Dampf nach dem üblichen Verfahren, d. h. durch Beheizung der Rohre von außen, erzeugen, hat man in Europa die Versuche mit den neueren Dampferzeugungsverfahren fortgesetzt. Die Witkowitzer Bergbau-Gesellschaft hat die ersten Anlagen nach der Bauart Löffler in Betrieb gebracht, die sich dadurch kennzeichnet, daß das Wasser mit Hilfe von überhitztem Dampf in einem von außen nicht beheizten Kessel verdampft und dieses Heizmittel mittels einer Pumpe ständig umgewälzt wird. Auch nach dem Verfahren von Schmidt, Kassel, wurde auf einem Werk der I. G. Farbenindustrie ein Kessel in Betrieb genommen und eingehend untersucht. Bei diesem gleichfalls indirekten Dampferzeugungsverfahren wird jedoch Wasser als Heizmittel angewendet. Endlich ist auch von dem Benson-Verfahren, das durch die Siemens-Schuckert-Werke entwickelt wurde, zu erwähnen, daß es als erste praktische Anwendung im Elektrizitätswerk Langerbrugge, Belgien, ausgeführt werden soll, nachdem sich die beiden Kessel in der Gummifabrik der Siemens-Schuckert-Werke bewährt haben. Dieses Verfahren beruht darauf, daß das Wasser unter kritischen Verhältnissen von Druck und Temperatur (224 at, 374°) in den Dampfzustand übergeführt wird, wobei die Ausdehnungsarbeit gespart wird.

Neben hohen Drücken und Temperaturen kennzeichnen den Fortschritt der Dampfkessel auch die großen Abmessungen und die entsprechenden Leistungen. Hier sind allerdings die Spitzenwerte in den Vereinigten Staaten zu suchen, deren elektrische Großkraftwerke für solche Leistungen eher Verwendung haben. Mehrere Werke verfügen dort bereits über Dampfkessel, die in der Stunde bis zu 500 cbm Wasser in Dampf überführen können. Voraussetzung für derartig hohe Verdampfleistungen sind natürlich entsprechend leistungsfähige *Feuerungen*, in denen auch die notwendigen Mengen von Brennstoff verbrannt werden können. In dieser Hinsicht hat die Entwicklung des abgelaufenen Jahres gezeigt, daß im Gegensatz zu früheren Ansichten nicht nur die Kohlenstaubfeuerungen, sondern auch die Rostfeuerungen den neueren Anforderungen an Leistung gewachsen sind.

### Dampfkraftmaschinen.

Wie bei den Kesselanlagen, so sind auch bei den *Dampfturbinen*, den wichtigsten Dampfkraftmaschinen, die Leistungen gewachsen. Die größte Einzelmaschine dieser Art ist eine Turbodynamo von 208000 kW Leistung im State Line-Kraftwerk von Chicago, die die General Electric Company gebaut hat; doch beurteilt man heute die Schwierigkeit des Baues von Großturbinen nicht sosehr nach der Gesamtleistung, die man in mehreren Turbinen erzielen kann, sondern nach der Leistung, die gegebenenfalls in einem einzelnen Turbinengehäuse oder in einer einzelnen Dynamo oder mindestens auf einer einzigen Welle erzeugt werden muß. Besonders interessant ist eine zweistöckige Turbodynamo von 120000 kW Gesamtleistung, die im Werk River Rouge der Ford Company von der General Electric Co., aufgestellt werden soll. Diese Anlage, die mit Dampf von 100 Atm. Anfangsdruck betrieben wird, zeichnet sich dadurch aus, daß das Hochdruckgehäuse auf das Niederdruckgehäuse gesetzt wird, damit man auf dem vorhandenen Platz auskommen kann.

Unsere Übersicht über den Stand der Dampfkraftanlagen wäre nicht vollständig, wenn nicht der Erfolge gedacht würde, die man auf dem Gebiet der *Zweidruck-Dampfanlagen* sowie der *Ausnützung der Meereswärme* erzielt hat. Die erste Art von Anlagen verfolgt das Ziel, den thermischen Wirkungsgrad von Dampfanlagen dadurch zu verbessern, daß für die Ausnützung des verfügbaren Wärmegefälles verschiedene Mittel benutzt werden. In einer Anlage von 20000 kW wird beispielsweise für den oberen Teil des Gefälles nach dem Verfahren von Emmett, Oberingenieur der General Electric Co., Quecksilber verwendet, wodurch Dämpfe von hoher Temperatur, aber niedrigem Druck verfügbar gemacht werden. Diese werden unter Abgabe von Nutzarbeit in einer Dampfturbine entspannt und sodann in einem Kondensator niedergeschlagen, dessen Kühlwasser verdampft wird. Der Dampf arbeitet sodann in einer Dampfturbine, die den unteren Teil des Wärmegefälls verwertet. Die Anlage hat, nachdem die vielen Anfangsschwierigkeiten mit großer Kunst überwunden wurden, einen sehr guten Wirkungsgrad ergeben. Es ist aber nicht anzunehmen, daß sie jemals mehr Bedeutung als die eines physikalischen Experimentes erlangen wird.

Was die Nutzbarmachung der Meereswärme anbelangt, so beruht dieser Gedanke auf der bekannten Beobachtung, daß in den Tropen, trotzdem das Wasser an der Oberfläche etwa 25° erreicht, schon in geringer Tiefe eine sehr konstante Wassertemperatur von 5—7° herrscht. Dieses Gefäll kann man nutzbar machen, wenn man das aus der Tiefe geförderte Wasser in einem Kessel verdampft, der — natürlich bei entsprechend niedrigem Innendruck — von dem warmen Oberflächenwasser geheizt wird. Obgleich diese Möglichkeit schon lange bekannt war, hat das Verfahren erst in der letzten Zeit in der ganzen Welt Aufsehen erregt, weil nämlich der bekannte und sehr erfolgreiche Physiker G. Claude mit eigenen Mitteln einen Versuch dieser Art in größerem Maßstab unternommen hat.

Nach wiederholt fehlgeschlagenen Versuchen gelang es Claude, eine 2 km lange Leitung in der Bucht von Matanzas auf der Insel Kuba zu versenken und eine Kreiselpumpe in Betrieb zu setzen, die stündlich 4000 cbm Wasser aus 700 m Tiefe fördert. Dabei kam das Wasser bei einer Oberflächentemperatur von 27° mit 13° an, da es sich unterwegs erwärmt, so daß das Temperaturgefäll nur 14° beträgt. Trotzdem hat die Anlage bei einer umlaufenden Wassermenge von 200 l in der Sekunde eine Nutzleistung von etwa 20 kW ergeben.

Wenn man an die Kosten denkt, die dieser Versuch verursacht hat, so kann man sich ebenfalls fragen, ob eine praktische Auswertung überhaupt möglich sein wird. Allein hier handelt es sich vielleicht um mehr als ein Experiment; nämlich um den Beweis, daß es technisch möglich wäre, in der Gegend des Äquators Kraft zu erzeugen, wenn einmal bei fortgeschrittener Abkühlung der Erde die Menschheit gezwungen wäre, diese Gegenden als ihren Wohnsitz zu wählen.

### Andre Kraftmaschinen.

Nach den Dampfkraftanlagen kommen heute für die Krafterzeugung die *Verbrennungsmotoren* in Betracht, die flüssige Brennstoffe in ihren Zylindern unmittelbar in Nutzarbeit umsetzen. Der technische Fortschritt dieses Gebietes drückt sich einmal darin aus, daß es selbst bei den größten Maschinen heute möglich ist, den Brennstoff ohne die Hilfe der sehr hoch gespannten Druckluft in die Zylinder so einzuführen, daß er genügend fein zerstäubt und mit Luft gemischt wird, um eine sichere Zündung zu ermöglichen. Auf der anderen Seite hat namentlich auf diesem Gebiet die Forschung große Erfolge zu verzeichnen, die weitere Fortschritte bringen werden. Sehr bemerkenswert ist das stetige Vordringen des Dieselmotorantriebes bei großen Schiffen, wobei man die Zahl der notwendigen Maschinen durch Steigerung der Einzelleistungen erheblich vermindern konnte. Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, die besonders die doppelt-wirkenden Zweitaktmotoren entwickelt hat, ist auf Grund ihrer Versuche in der Lage, Einzelmotoren bis zu 25000 PS zu liefern.

Unter den *Wasserkraftanlagen*, dem drittwichtigsten Mittel zur Krafterzeugung, über das wir heute verfügen, sind namentlich die großen Werke zu erwähnen, die in Rußland am Dnjepr und am Swir errichtet werden und die nach den vorliegenden Plänen dazu ausersehen sind, die heute noch ganz landwirtschaftliche Umgegend zu Industriegebieten zu gestalten. Es ist interessant, daß sich die Bauart der Turbinen in den letzten Jahren von dem Francislaufrad mit gleichmäßig auf dem Umfang verteilten dünnen Schaufeln nach dem der Schiffsschraube ähnlichen Propeller hin gewandelt hat, der von KAPLAN angegeben wurde.

Neben der eigentlichen Krafterzeugung beschäftigt aber die Wasserkrafttechnik heute das Problem der *Kraftspeicherung*. Um nämlich die Maschinenanlagen in Elektrizitätswerken während der ganzen 24 Tagesstunden und nicht nur während der kurzen Abendspitze voll ausnutzen zu können, braucht man ein Verfahren, das ermöglicht, die in den anderen Stunden nicht ausnutzbare Leistung aufzuspeichern, damit sie dann für die Spitze verfügbar wird. Da für die hier in Frage kommenden Arbeitsmengen Akkumulatoren natürlich ausgeschlossen wären, glaubt man dieses Verfahren in der hydraulischen Speicherung gefunden zu haben.

Das Verfahren besteht darin, daß die Anlage während der Zeiten, in denen sie nicht voll belastet ist, mittels besonderer Pumpen Wasser in einen hochliegenden Behälter fördert, der so aufgeladen wird und, wenn dann die Lastspitze auftritt, das Wasser für den Betrieb einer besonderen Turbine wieder abgeben kann. Obgleich dieser Arbeitsvorgang mit den doppelten Verlusten der Pumpe und der Turbine belastet ist, also nur etwa 65% der aufgewendeten Arbeit wiederzugewinnen gestattet, hat man in der Schweiz und in Deutschland große Anlagen dieser Art gebaut, die wegen der großen Pumpenleistungen auch technisch sehr bemerkenswert sind. So ist in der Anlage Herdecke eine Pumpe in Betrieb, zu deren Antrieb ein Elektromotor von 36000 PS notwendig ist.

Das Problem der Kraftspeicherung spielt übrigens auch in den Dampfkraftwerken eine gewisse Rolle, seitdem man erkannt hat, daß man den Teil der Gesamtbelastung, der nur als Spitze auftritt, mit Hilfe der Speicherung billiger decken kann als durch einen entsprechenden Ausbau der Anlage. Besonders bemerkt sei in dieser Hinsicht das Speicherwerk der Berliner Elektrizitätswerke in Charlottenburg, das auf dem Verfahren der Dampfspeicherung von Dr. RUTHS beruht. Es sind dort 16 stehend angeordnete Kessel vorhanden, in denen während der Stunden der leichten Belastung des Werkes Dampf mit 12 at Überdruck gesammelt wird. Tritt dann eine Lastspitze auf, sei es, daß in irgendeinem Werk des ganzen Netzes eine Störung eingetreten ist oder daß der Strombedarf des Werkes seine eigene Leistungsfähigkeit übersteigt, so läßt man den Dampf aus den Speichern in besonderen Dampfturbinen arbeiten, bis der Speicherdruck auf etwa 2 at gesunken ist. Da hierbei auch ein Teil des Wassers in den Speichern nachverdampft, so ist es möglich, aus dieser Anlage eine Momentanleistung von 40000 kW und eine Gesamtarbeit bis zu 70000 kWh herauszuholen.

Mit der Technik der Wärmekraftmaschinen sehr verwandt ist die *Kältetechnik*, die heute auf vielen Gebieten große Bedeutung gewonnen hat. Namentlich der Bau von kleinen mechanischen Kälteanlagen, die als Ersatz für die bisher allgemein gebräuchlichen Eisschränke in Haushaltungen Verwendung finden können, hat große Fortschritte aufzuweisen, obgleich das Problem der unbedingt sicheren und billigen Kleinkältemaschine noch nicht gelöst worden ist. Daneben spielen aber Anlagen von größerer Leistung in der Technik der Lebensmittelversorgung, die mit dem Fortschritt der Verkehrsmittel ein Weltproblem geworden ist, eine bedeutende Rolle. Welche Aussichten hier noch bestehen, mag man daraus ersehen, daß man sich heute ganz ernsthaft mit dem Plan beschäftigt, frisches Fleisch aus Argentinien oder Australien fertig verpackt in kleinen Portionen nach europäischen Ländern zu exportieren, derart, daß der Empfänger das Paket nur vorschriftsmäßig aufzutauen braucht, um verkaufsfertige geschlossene Pakete zu erhalten. Physikalisch interessant sind ferner die Versuche, die man angestellt hat, um fest gefrorene Kohlensäure zum Kühlen von Lebensmitteln zu verwenden. Das Verfahren bietet den Vorteil, daß sich beim Auftauen der Kohlensäure kein Wasser bildet, also die Verpackung nicht naß wird.

### Elektrotechnik.

Auch auf dem Gebiete der *Elektrotechnik* drückt sich der technische Fortschritt zum Teil in der Steigerung der Maschinenleistungen aus. Die Spitzen finden wir hier wieder in den Vereinigten Staaten, wo z. B. eine Dynamo von 200000 kVA bei 1500 Umdrehungen in der Minute in Auftrag gegeben wurde und eine von 160000 kVA im East River Kraftwerk bereits in Betrieb ist. Daneben sind aber hauptsächlich im Bau von Schaltern Fortschritte gemacht worden, die ermöglichen, die bisherigen Grenzen der Ölschalter weit hinaufzusetzen. Es ist nämlich gelungen, durch Verwendung expandierender Gase eine viel sicherere Löschung des Trennfunkens zu erreichen, als dies bisher mit Hilfe von Öl möglich war, das sich hin und wieder dabei entzündete. Die Expansionsschalter der Siemens-Schuckert-Werke und die Druckgasschalter der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft können heute bei Spannungen von 110000 V und Leistungen von 1500000 kVA mit den Ölschaltern ernsthaft in Wettbewerb treten, und im Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk hat man sogar derartige Schalter für 220000 V bei 600 Amp. Stromstärke einwandfrei befunden.

Von Interesse sind ferner die Fortschritte der Elektrotechnik, die mehr auf physikalischem Gebiete liegen. Hier ist in erster Reihe zu erwähnen, daß die *Röntgentechnik* gesteigerte Anwendung findet, um das Innere von Werkstoffen auf Fehlstellen zu prüfen. Die Notwendigkeit solcher Verfahren hat sich in den letzten Jahren namentlich daraus ergeben, daß man immer

häufiger Schweißungen zum Verbinden von Teilen anwendet, die man früher nur verschraubt oder vernietet haben würde, z. B. Rohrleitungen für Heißdampf, Träger für eiserne Hochbauten usw. Hier bietet das Röntgenverfahren bis jetzt die einzige Möglichkeit, die Güte der vom Schweißer gelieferten Arbeit nachzuprüfen, ohne daß der bearbeitete Teil beschädigt wird. Man hat für solche Zwecke sehr starke Apparate entwickeln müssen, die noch dazu beweglich sind, damit man sie auf Baustellen verwenden kann. Nicht minder wichtig sind die Anwendungen, die die *Verstärkerröhren* auf den verschiedensten Gebieten der technischen Feinmessungen gefunden haben. Meßaufgaben, die früher für praktisch unlösbar gegolten hatten, wie z. B. die Messung des Verlaufes der Temperaturen im Innern eines schnellaufenden Verbrennungsmotors oder die Messung der Drücke an den Schneiden eines Fräswerkzeuges, sind hierdurch spielend und mit einer fast unglaublich erscheinenden Genauigkeit durchführbar geworden. Diese Verbesserung der Meßverfahren hat natürlich sehr befruchtend auf die technische Forschung zurückgewirkt.

**Verkehrswesen.**

Auf das Verkehrswesen übergehend, kann man bei der *Eisenbahn* eine Reihe wichtiger Neuerungen im Bau von Lokomotiven feststellen. Zunächst den bemerkenswerten Versuch, die Arbeit eines Dieselmotors statt auf elektrischem Wege oder mittels eines Zahnrädergetriebes mit Hilfe von Druckluft auf die Treibräder zu übertragen. Dieser Plan, der vor einigen Jahren von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg vorgelegt wurde und ziemlichem Unglauben begegnete, kann in bezug auf den erreichbaren Wirkungsgrad der Kraftübertragung als vollständig gelungen bezeichnet werden. Allerdings gelang er nicht auf dem einfachen Wege, sondern nur dadurch, daß man durch Einspritzen von Wasser die zu verdichtende Luft kühlt und dadurch den Aufwand an Verdichtungsarbeit wesentlich herabsetzt. Die Druckluft leistet dann in den üblichen Lokomotivzylindern die eigentliche Antriebsarbeit. Trotzdem kann man nicht sagen, daß diese Lösung der Frage der Diesellokomotive die beste bleiben wird; denn man muß bedenken, daß eine solche *Diesel-Druckluftlokomotive* eigentlich Maschinen für das Dreifache der Leistung haben muß, die sie vollbringen kann, nämlich den Dieselmotor als die Kraftquelle, den Kompressor als Maschine zum Erzeugen des Kraftübertragungsmittels und die Treibmaschine.

Zu erwähnen sind auch die Versuche mit Kohlenstaubfeuerungen auf Lokomotiven, über die hier bereits berichtet wurde, sowie die Fortschritte im Gebiet der *Elektrisierung* des Bahnbetriebes, die namentlich auf der Berliner Stadt- und Ringbahn großen verkehrstechnischen Erfolg gebracht hat. Zur Sicherung der Züge während der Fahrt wird heute allgemein der Ersatz der Formsignale durch Lichtsignale angestrebt. Daneben sind Forschungen im Gange über die Möglichkeit der Signalisierung mit Hilfe von Strahlungen, die auch bei Nebelwetter wirksam sein könnten.

Große Bedeutung hat heute die Verbesserung des Eisenbahnverkehrs in wirtschaftlicher Hinsicht, durch die der zunehmende *Wettbewerb der Kraftwagen* allein bekämpft werden kann. Da sich dieser Wettbewerb in erster Linie auf dem Gebiete des Nahverkehrs abspielt, handelt es sich darum, die Zahl der dargebotenen Beförderungsgelegenheiten zu vermehren und die Zeitverluste zwischen den Bahnhöfen und dem letzten Bestimmungsort zu vermindern. Triebwagen und in Verbindung damit Kraftwagen für den Zubringerdienst sind hier die einzigen Mittel, die heute die Technik zur Verfügung stellt. Beide Mittel werden in neuerer Zeit heute von den Eisenbahnverwaltungen in erhöhtem Maß eingesetzt; doch hat sich der Erfolg noch nicht erkennen lassen, da die Versuche nicht lang genug laufen.

Der Kraftverkehr hat, wie bereits bei anderer Gelegenheit erwähnt wurde, im vergangenen Jahr einen großen Rückschlag erfahren, der vielleicht nicht zuletzt der überschnellen Entwicklung der früheren Jahre zugeschrieben werden muß. Dennoch ist nicht daran zu zweifeln, daß die durch den Kraftwagen möglich gewordene Mechanisierung der Beförderung auf Straßen als ein Fortschritt der Technik bestehen bleiben wird.

In technischer Beziehung am wichtigsten ist vielleicht der Fortschritt, der durch eine Anwendung des von FÖTTINGER herrührenden Prinzips der *hydraulischen Kupplung* im Antrieb der Kraftwagen erzielt worden ist. Diese reine Wirbelstromkupplung, die statt der bekannten Reibkupplung zwischen Motor und Wechselgetriebe eingeschaltet wird, löst auf die einfachste Weise das Problem des geräuschlosen Schaltens, das den Konstrukteuren soviel Kopfzerbrechen verursacht hat. Sie hat die Eigenschaft, daß sie bei Leerlauf des Motors die gesamte Motorleistung in Wirbelarbeit umsetzt, ohne sich übermäßig zu erhitzen, so daß der Wagen stillsteht, auch wenn der Motor arbeitet und ein Gang des Getriebes eingerückt ist. Gibt man jedoch Gas, so nimmt der Motor infolge der erhöhten Wirbelarbeit der Kupplung das Getriebe mit, und der Wagen setzt sich mit zunehmender Geschwindigkeit in Bewegung. Je schneller der Wagen dann fährt, desto kleiner wird der Schlupf in der Kupplung, und bei der höchsten Geschwindigkeit beträgt dieser Schlupf nur noch 2—3%.

Der Wagen kann also mit jedem beliebigen Gang aus dem Stillstand lediglich mit dem Gashebel gefahren werden. Allerdings geht während des Anfahrens ein ziemlich großer Teil der Motorleistung durch den Schlupf in der Kupplung verloren; man muß also über einen genügend starken Motor verfügen, wenn man ausreichend schnell anfahren will. Die Versuche aber, die vor einiger Zeit in London mit einem Dreiachs-Verdeckomnibus angestellt wurden, scheinen in dieser Hinsicht kein Bedenken ergeben zu haben. Es ist etwas beschämend, daß die in Deutschland geschaffene hydraulische Kupplung erst durch die Tätigkeit der ausländischen Ingenieure zu diesem Erfolg gelangt ist.

Der *Schiffbau* hatte im vergangenen Jahr mit der Ablieferung der neuen deutschen Schnelldampfer „Bremen" und „Europa", die auch gleich die Beherrscher des Atlantiks wurden, einen erfreulichen Erfolg zu verzeichnen. Daneben geht auch die Technik dieses Gebietes gut voran; zu erwähnen sind die erfolgreichen Versuche, die mit der Verwendung von sehr hohen Dampfdrücken in Verbindung mit schnellaufenden Dampfturbinen nach den Entwürfen von WAGNER auf einigen deutschen Zollkreuzern ausgeführt wurden, die Ausnutzung des Abdampfes von Kolbenmaschinen auf Schiffen zum Betriebe von Dampfturbinen nach dem Verfahren von BAUER-WACH, wodurch der Kohlenverbrauch von Schiffen mit veralteten Maschinenanlagen bedeutend vermindert werden konnte, sowie die Verminderung des Schiffswiderstandes durch eine den Gesetzen der Strömung besser angepaßte Form des Schiffskörpers nach dem Verfahren von MAIER. Besonders die beiden zuletzt genannten Verbesserungen haben auch im Ausland wiederholt Anwendung gefunden. Daß neben dem Dampfbetrieb der Antrieb durch Dieselmotoren eine steigende Bedeutung gewinnt, ist bekannt und hat sich auch im abgelaufenen Jahr fortgesetzt. Mit besonderem Interesse verfolgt man aber namentlich im Ausland die Arbeiten, die bei der

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg auf Veranlassung der deutschen Marineleitung im Gange sind und die darauf abzielen, das Gewicht der für den Antrieb von Kreuzern bestimmten doppeltwirkenden Zweitakt-Dieselmotoren durch Verwendung hoher Drehzahlen und besonders leicht gegossener Ständer wesentlich herabzusetzen. Schon bei den Maschinen für das Panzerschiff „Ersatz Preußen" ist hierdurch das Gewicht für 1 PS Nutzleistung auf den vorher unerreichten Wert von 9 kg vermindert worden.

**Andre Gebiete.**

Zur Vervollständigung unserer Übersicht seien noch einige Gebiete der Technik herausgegriffen, deren Aufgabe die Gewinnung und Vorbereitung der natürlichen Rohstoffe ist. Von diesen Gebieten hat man, vielleicht etwas spät, die *Landwirtschaft* als eines der wichtigsten erkannt. Hier kann die Technik durch den Einsatz von Maschinen an der Stelle der Menschen Ertragssteigerungen bewirken, von denen man sich bisher keine Vorstellung machen konnte, sei es, daß die Maschine eine verstärkte Bearbeitung des Bodens oder die Gewinnung von neuem Boden ermöglicht. Welche Umwälzungen hier schon ein verhältnismäßig kleiner Fortschritt hervorbringen kann, das kann man daran ermessen, daß man vielleicht mit Recht die ganze Krise, die heute den Getreidemarkt der Welt befallen hat, auf die Überproduktion an Weizen zurückführt, die eine neue Erntemaschine in Amerika, der vereinigte Mähdrescher, ermöglicht hat. Diese Maschine, die, wie schon ihr Name sagt, in einem Gange das reife Getreide mäht und ausgedroschen in Säcken abliefert, hat nach dem Urteil maßgebender Fachleute die Kosten des ganzen Getreidebaues um die Hälfte gesenkt, so daß ein Wettbewerb damit einfach nicht möglich ist.

Man denke daneben an die Aussichten, die sich der Technik in der verbesserten Bewässerung heute noch wüster Ländereien, z. B. im Gebiet des biblischen Gartens Eden oder in Oberägypten, in der Konservierung von Fleisch und anderen tierischen Lebensmitteln durch Anwendung künstlicher Kälte, in der planmäßigen Züchtung von Obst- und Getreidesorten, die sich für den Langtransport und für die Dauerlagerung eignen, usw. bieten! Es ist wahrlich nicht zuviel gesagt, wenn viele Amerikaner behaupten, daß die Menschheit eher am Überfluß als am Mangel an Nahrungsmitteln zugrunde gehen könnte.

Mit der Landwirtschaft eng verwandt ist die Gewinnung der *Faserstoffe*, die wir für unsere Bekleidung brauchen. Hier gehen allerdings schon zwei Aufgaben der Technik einander parallel; denn während die Technik auf der einen Seite danach strebt, den Anbau und die Gewinnung von pflanzlichen Faserstoffen zu verbilligen, wozu auch hier Maschinen in erster Linie berufen sind, schafft sie auf der anderen Seite neue Verfahren, die ermöglichen, solche oder gleichwertige Fasern künstlich herzustellen. Die Entwicklung, die sich in den letzten Jahren auf dem Gebiete des Ersatzes der echten durch die Kunstseide vollzogen hat, dürfte eines Tages auch auf dem Gebiet der Baumwolle eintreten. Der Erfolg wird wie bei der Seide eine wesentliche Senkung der Kosten des Rohstoffes, verbunden mit einer ungeheuren Steigerung des Verbrauches sein.

Auch auf einem anderen großen Rohstoffgebiet, dem des *Bergbaues*, hat die Technik mit ihren Möglichkeiten des Ersatzes von Menschen durch Maschinen Fortschritte gebracht. Die gesteigerte Verwendung von maschinellen Einrichtungen zum Abbau der Kohlen und Erze vor Ort hat eine Rationalisierung des Gewinnungsbetriebes bewirkt, die die Gestehungskosten erheblich gesenkt hat. In mindestens dem gleichen Maß hat man die Menschenarbeit für das Beladen der Hunte durch Verwendung von festen Förderbändern oder fahrbaren Schaufel- oder Becherwerkshebern eingeschränkt.

Für Gütesteigerung der Bergwerkserzeugnisse haben neue Aufbereitungsverfahren gewirkt. Besonders wichtig scheinen die Verfahren für die Trennung der Kohle von den steinigen Beimengungen, wobei sich heute die Naßverfahren und die Trockenverfahren ziemlich die Waage halten. Neben der gewöhnlichen Wasserspülung verwendet man heute auch Schwimmverfahren, die darauf beruhen, daß die leichteren Berge mittels schaumbildender Flüssigkeiten fortgeschwemmt werden. Natürlich haben diese Verfahren besondere Wichtigkeit bei den kleinstückigen Kohlen, die man früher fast gar nicht verwerten konnte, die aber heute infolge der Fortschritte der Feuerungstechnik äußerst wertvoll geworden sind.

Im Zusammenhang hiermit sei auch der Fortschritte der Gewinnung von flüssigen Brennstoffen gedacht, die durch deutsche Forschungen zweifellos große Förderung erfahren hat. Zwar spielt die Gewinnung von Benzin unmittelbar durch Hydrierung der Kohle, so wie sie ursprünglich Bergius vorschwebte, in der Industrie noch keine große Rolle, da die weitaus überwiegende Menge von Benzin heute durch Kracken von Rohöl erzeugt wird; es scheint aber nur eine Frage der wirtschaftlichen Verhältnisse zu sein, wann es sich lohnen wird, die Verluste, die das Kracken bedingt, durch Anwendung der viel vollkommeneren Hydrierverfahren zu umgehen.

Dies bringt uns zum Schluß noch zur Betrachtung einer Frage, an der man nicht vorübergehen kann, wenn man diese Fortschritte der Technik überblickt, nämlich der Frage, wie man vermeiden könnte, daß technische Verbesserungen immer zunächst Not der Menschen zur Folge haben, bevor sie sich als ihre Wohltäter auswirken. Wie schon bei früheren Anlässen, kann man auch heute oft genug hören, daß die Arbeitslosigkeit, eine der größten Ursachen der gegenwärtigen politischen Unsicherheit, kaum so groß wäre, wenn nicht Maschinen, also die technischen Fortschritte, den Menschen die Arbeit genommen hätten. An diesem Vorwurf ist sicher etwas Wahres daran; allein es wird wohl einer besseren Zukunft vorbehalten bleiben, diese unerfreulichen Folgen technischen Fortschritts zu vermeiden. H.

## Botanische Mitteilungen.

Immer wieder bietet die Physiologie Probleme, die ein so hohes Maß von Vorbildung in den exakten Wissenschaften verlangen, daß sie nur Spezialisten zugänglich sind. Vorläufig gewähren ja meist die Physiker im Gegensatz zu den Chemikern dem Pflanzenphysiologen höchstens Ratschläge; und da er oft an Dinge anknüpfen muß, die von der bevorzugten Arbeitsrichtung abweichen, so ist er genötigt, selbst physikalische Versuche anzustellen. Das kann zwar sehr fruchtbar werden und entspricht auch der besten Tradition der Pflanzenphysiologie; aber eine weitergehende Hilfe der Physiker, die wohl bald kommen wird, wäre doch äußerst willkommen.

Die **Wasserverdunstung aus den Blättern** ist ein solches Gebiet. Nachdem Renner, Sierp und Seybold mit Modellversuchen vorangegangen sind, geht jetzt

HUBER in seinen „Untersuchungen über die Gesetze der Porenverdunstung" [Z. Bot. **23**, 839 (1930)] einen Schritt weiter. Wir wußten seit BROWN und ESCOMB, daß die Verdunstung durch eine siebartig durchbrochene Lamelle weit stärker ist, als sie der Flächensumme der Öffnungen entspräche. HUBER berücksichtigt hauptsächlich die Porendichte und findet, daß die Störung der Verdunstung durch die Nähe anderer Poren weitergeht, als man bisher angenommen hatte. Sie und die Porengröße beeinflussen die Verdunstung im Vergleich zu einer freien Wasseroberfläche in folgender Weise: „Bei konstanter Porengröße steigt die Verdunstung mit zunehmender Porendichte stetig, jedoch immer langsamer — an —. Um den Einfluß der Porengröße rein zu erhalten, muß man auf einen Porenabstand extrapolieren, bei welchem die gegenseitige Störung wegfällt". Dies deshalb, weil der Grenzwert experimentell noch nicht erreicht werden konnte. Es ergibt sich dann, daß die Verdunstung, entsprechend der STEFANschen Forderung, dem Durchmesser proportional ist. So nähert sich also die Diffusion durch eine durchlochte Platte der durch eine freie Fläche um so mehr, je dichter die Poren und je kleiner sie sind.

Die weiteren Untersuchungen, die der Anwendung der physikalischen Gesetze auf die Transpiration der Pflanze mit ihrer besonderen Porengestalt und der Wirkung des Windes gelten, können hier nicht wiedergegeben werden.

Mit der **kutikulären Transpiration** befaßt sich eine Arbeit von KAMP [Jb. Bot. **72**, 403 (1930)], welche eine Prüfung der Vorstellung bezweckt, daß eine Pflanze um so besser gegen Verdunstung geschützt sei, je dicker die Kutikula ist. Der Wasserverlust wurde an abgeschnittenen Blättern mit Hilfe einer kombinierten Balken- und Torsionswaage bestimmt, welche genaue Schnellwägungen ermöglichte. Dabei zeigte sich im Anfang die schon bekannte Zunahme der Verdunstung, welche allmählich wieder zurückgeht. Sie bedingt immer einen Fehler, weil man nicht weiß, welchen Wert man der Transpiration vor dem Abschneiden gleichsetzen soll. Vielleicht ließe sich diese Schwierigkeit durch Abklemmen umgehen, falls, wie anzunehmen ist, die Unstetigkeit durch Aufhebung der Spannung der Wasserfäden zustande kommt.

An Blättern, die nur unterseits Spaltöffnungen haben, wurden diese durch Vaseline verschmiert, so daß die kutikuläre Transpiration allein übrigblieb. Eine Abhängigkeit von der Dicke der Kutikula oder der Epidermisaußenwand war nicht erkennbar, außer beim Vergleich zwischen Blättern mit sehr dünner und sehr starker Kutikula. Sonst war nur bei Blättern nahe verwandter Arten eine Beziehung zwischen Transpiration und Dicke der Kutikula zu finden.

Leider wurden nur wenig Versuche mit leicht angewelkten Blättern angestellt, welche immerhin zeigten, daß die alten Blätter ihre kutikuläre Transpiration viel schneller und stärker einschränken als junge. Hier liegt vielleicht der Schlüssel zum Verständnis der mangelhaften Übereinstimmung zwischen physiologischem Versuch und ökologischer Beobachtung. Bei Wassersättigung muß die Dampfspannung immer gleich der einen freien Wasseroberfläche sein, auch wenn durch Kutineinlagerung der Wassertransport durch die Membran erschwert ist. Erst bei einem gewissen Grade der Austrocknung wird die Kutikula ihre Schutzfunktion ausüben können. Vorher wäre das auch ohne Bedeutung, da die stomatäre Transpiration weitaus überwiegt.

Die **Aufnahme gelöster Kohlenstoffverbindungen** bei den Blütenpflanzen ist nur dort klar ersichtlich, wo infolge von Chlorophyllmangel eine Kohlensäureassimilation nicht möglich ist. Inwieweit sie auch sonst in der Natur vorkommt, wissen wir gar nicht. Über die Fähigkeit dazu bei den einzelnen Arten kann nur der Versuch entscheiden. Die dazu nötige Methodik ist heute vorhanden, während ältere Arbeiten durch die Unsicherheit in der Fernhaltung von Mikroorganismen litten.

QUEDNOW [Bot. Arch. **30**, 51 (1930)] hat Orchideenkeimlinge untersucht, welche in der Natur durch Wurzelspitze (Mykorrhizen) ernährt werden und ohne diese nicht keimen. Es konnten die Angaben von KNUDSON bestätigt werden, daß bei Gegenwart einer geeigneten Kohlenstoffquelle auch ohne Pilze gute Entwicklung eintreten kann. Durch Behandlung mit Calciumhypochlorit konnten die Orchideensamen keimfrei gemacht und dann auf Agar kultiviert werden. Es zeigte sich, daß Glukose, Fruktose und Saccharose die besten C-Quellen darstellen. Zum Vergleich wurden Keimlinge von Raps herangezogen. Die Begründung für die Wahl kleiner Samen und die Methode ähneln sehr dem, was Referent in einer vorläufigen Mitteilung in dieser Z. angegeben hat (**1926**, 1034). Doch arbeitete Verfasser im Gegensatz zu dem Ref. mit Dunkelkulturen, um die künstliche Ernährung rein zu erkennen. Es zeigte sich eine erhebliche Erhöhung des Trockengewichtes. Das Konzentrationsoptimum liegt bei Glukose bei 0,5 mol. Die einzelnen Zucker sind in derselben Reihenfolge förderlich wie bei Orchideen. Außerdem ist hier auch Glykokoll eine gut verwertbare C- und N-Quelle.

Während aus den erwähnten und anderen Ergebnissen hervorgeht, daß gelöste Substanzen in die Zelle eindringen können, bietet der Mechanismus der Aufnahme und die Auswahl der Stoffe noch immer Probleme, soviel Arbeit auch darauf verwendet worden ist. Deshalb sind die Untersuchungen von S. SCHÖNFELDER [Planta **12** (1930)] sehr zu begrüßen, welche die ausgezeichneten Arbeiten ihres Lehrers RUHLAND zur **Ultrafiltertheorie der Permeabilität** aufs beste ergänzen. An demselben, sich so bewährenden Objekt, das RUHLAND und HOFFMANN wegen seiner hohen und gleichmäßigen Permeabilität gewählt haben, nämlich Beggiatoa mirabilis, wird außer einer Bestätigung und Erweiterung der früheren Ergebnisse vor allem eine Untersuchung schwierigerer Fälle geliefert. Hierher gehören zwei Gruppen von Stoffen: Die Elektrolyte und diejenigen, welche mit den Fetten gewisse physikalische Eigenschaften gemein haben, nämlich die Ätherlöslichkeit und die Oberflächenaktivität. Um mit letzteren zu beginnen, so steht die Herabsetzung der Oberflächenspannung in Beziehung zur Absorbierbarkeit, welche aber ihrerseits nur für homologe Reihen proportional dem Eindringen ist. Bei Vergleichung chemisch stärker verschiedener Stoffe muß die Molekülgröße berücksichtigt werden, wie das schon O. WARBURG bei der Aufstellung seiner Adsorptionstheorie der Narkose getan hat. Diese konnte von der Verfasserin durchaus bestätigt werden, obgleich die Arbeitsweise und das Objekt so ganz anders waren. Auf diese Weise erklärt es sich, daß die genannten Stoffe stärker in die Zelle eindringen, als es ihrer Teilchengröße entspricht, besonders wenn die letztere erheblich ist.

Was die Elektrolyte betrifft, so hatten RUHLAND und HOFFMANN schon gezeigt, daß für das Eindringen der Neutralsalze die Quellungsbeeinflussung maßgebend ist und die Wirkung der Teilchengröße verdecken kann. Bei Säuren, Basen und Ampholyten ist die Durchtrittsfähigkeit hauptsächlich von der Größe der undissoziierten Moleküle abhängig. Doch sind infolge der Dissoziation Komplikationen gegeben, welche durch die elektrische Ladung bzw. Hydratation der Ionen zu-

stande kommen und deren Durchtritt verhindern. Daher dringen schwache Säuren und Basen, wie $H_2CO_3$ und $NH_4OH$ leicht, starke aber gar nicht ein. Bei organischen Verbindungen kann auch die Oberflächenaktivität wieder das Permeieren erleichtern.

Im ganzen wird durch Klarlegung der besonderen Fälle und Hinweis auf andere Arbeiten die RUHLANDsche Theorie noch sicherer begründet, nach der für das Eindringen der Stoffe durch das Plasma in erster Reihe die Teilchengröße maßgebend ist.

Zum Schluß seien einige Arbeiten über Pilze genannt. F. R. BOTHE, der sich schon früher mit dem **Leuchten der** zuerst von MOLISCH näher untersuchten **Pilze** Agaricus melleus und Mycelium x beschäftigt hatte, untersuchte neuerdings weitere Leuchtpilze. Bei dem Ölbaumpilz Clytocybe olearia, von dem schon bekannt war, daß seine Fruchtkörper Licht aussenden, stellte er fest, daß auch das Mycel leuchtet (Z. Pilzk. **1930**). Es erwies sich aber nicht als gleichartig mit MOLISCHS Mycelium x, dessen systematische Stellung noch unbekannt ist, weil er in der Kultur keine Fortpflanzungsorgane bildet.

Einen neuen einheimischen Leuchtpilz entdeckte BOTHE in Mycena tintinnabulum [Ber. dtsch. bot. Ges. **48** (1930)]. Es sind demnach jetzt vier Pilze bekannt, bei denen die Lichtaussendung sichergestellt ist. Der letzterwähnte Glocken-Helmling scheint nach des Verfassers Angaben nicht selten zu sein. Er zeichnet sich durch besonders intensives Leuchten aus. Auch er ist nicht mit Mycelium x zu identifizieren. Am besten wächst er auf Brot, ebenso wie die anderen Leuchtpilze. Alle senden rein weißes Licht aus, während die Leuchtbakterien in mehr bläulichem oder grünlichem Licht erstrahlen.

Ernährungsphysiologisch wenig bekannt waren bisher einige der sich durch mancherlei merkwürdige Eigenschaften auszeichnenden **Pilze,** welche **auf** dem **Mist** der Pflanzenfresser gedeihen. Sie wurden gewöhnlich auf sterilisiertem Mist oder Mistauszügen gezüchtet. Hierher gehört auch die Gattung Pilobolus, mit dessen Züchtung sich auch der Referent zusammen mit CZURDA seinerzeit beschäftigt hat, ohne zu einer sicheren Kultur auf künstlichen Nährböden zu gelangen.

E. BERSA (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **1930**), ist es gelungen, von Pilobolus Kleinii Reinkulturen auf Pferdemistagar zu erhalten und auf die Verwertung verschiedener Nährstoffe zu prüfen. Auszüge aus Weizenstroh erwiesen sich als besonders geeignet. Von Zuckerarten ergaben einige Mycelwachstum ohne Sporangienträger, vollwertiges Wachstum wurde nur bei Gegenwart von Xylan und allenfalls noch von Gummi arabicum, Arabinose und Galactose erzielt. Von organischen Stickstoffverbindungen erwiesen sich Pepton, Albumin, Leucin und Asparagin geeignet. Weniger oder gar nicht die anderen geprüften Aminosäuren, Amine und Ammonsalze. Eine üppige Entwicklung konnte auch mit Fleischextrakt und Nucleinsäure erzielt werden. Gemischt ergaben diese sogar das üppigste Wachstum von allen untersuchten Nährböden.

Ein volles Verständnis für den Zusammenhang zwischen Ernährungsphysiologie und Vorkommen wird erst durch die in Aussicht gestellten weiteren Versuche zu gewinnen sein, die einer biochemischen Erforschung des Stoffwechsels die Wege weisen müssen. Die eigenen Mißerfolge glaubt der Referent auf die Verwendung eines abweichenden Stammes zurückführen zu müssen.

Die Entnahme von **Stickstoff aus Nitrat und Ammonsalz** kann nach SAKAMURA [Planta **11**, 765 (1930)] bei derselben Pilzart wechseln, ist also kein Merkmal einer bestimmten Spezies. Besonders bei Aspergillaceen war es schon bekannt, daß sie sowohl Ammoniophilie als auch Nitratophilie zeigen können. Die Stämme von Aspergillus orizae erwiesen sich in der Hinsicht verschieden. Aber auch die Art der Kultur und der Impfung machte einen Unterschied. Schon die Art der Gewinnung des Sporenmaterials konnte eine Veränderung bewirken. Es erwies sich als schwer, die besonderen Verhältnisse, die das eine oder andere Verhalten zur Folge haben, so zu charakterisieren, daß man sie sicher in der Hand hatte; doch war ein Einfluß der Zuckerart unverkennbar, indem Fruktose am leichtesten, Glukose am schwersten Nitratophilie hervorrief.

E. PRINGSHEIM.

## Astrophysikalische Mitteilungen.

**Beobachtung der Sonnenkorona außerhalb einer totalen Sonnenfinsternis.** Seit den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts (LANGLEY, HUGGINS, HALE, DESLANDRES, HANSKY) bis in die neueste Zeit (BLUNCK, KIENLE) sind vielfach Versuche unternommen worden, die Sonnenkorona auch außerhalb totaler Finsternisse zu beobachten oder zu photographieren. Die scheinbar erfolgreichen Resultate derartiger Bemühungen sind entweder von den betreffenden Beobachtern selbst als irrtümlich erkannt worden oder haben zum mindesten einer strengen Kritik hinsichtlich ihrer Realität nicht standgehalten. Die Ursache dieser Fehlschläge ist darin zu sehen, daß die Streustrahlung des Sonnenlichtes in der Erdatmosphäre in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne so stark ist, daß das lichtschwache Phänomen der Sonnenkorona von der Streustrahlung völlig verdeckt wird. Wie die Verhältnisse quantitativ liegen, ist neuerdings von KIENLE[1] eingehend auseinandergesetzt worden, der gezeigt hat, daß selbst unter günstigen Beobachtungsverhältnissen, d. h. im Hochgebirge, bei völlig klarem Himmel die Helligkeit der Sonnenkorona in einem Abstande von $^1/_{10}$ Sonnenradius vom Sonnenrande nur 4 Tausendstel der Helligkeit der Streustrahlung betragen kann. In größeren Abständen wird dies Verhältnis noch ungünstiger. KIENLE zieht daraus den Schluß, daß es ausgeschlossen sein sollte, mit den uns heute bekannten Hilfsmitteln das Studium der Korona unabhängig von der Beobachtung totaler Sonnenfinsternisse zu machen und daß auch keine Möglichkeiten abzusehen seien, diesen Zustand in der nächsten Zeit zu ändern.

Um so mehr muß eine kurze Mitteilung von Herrn LYOT[1] überraschen, aus der unzweifelhaft hervorgeht, daß es ihm zum ersten Male gelungen ist, die Korona außerhalb einer totalen Sonnenfinsternis am hellen Tage zu beobachten. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei vorweg bemerkt, daß es Herrn LYOT nicht etwa gelungen ist, Photographien der Korona zu erhalten, vielmehr wird der Nachweis des Vorhandenseins der Korona durch spektroskopische Beobachtungen und Messungen der Polarisation des Lichtes in unmittelbarer Nachbarschaft des Sonnenrandes geführt. So skeptisch man den Mitteilungen des Herrn LYOT zunächst gegenüberstehen mag und so notwendig es vor einer endgültigen Stellungnahme sein mag, ausführlichere Mitteilungen abzuwarten, so gibt es wenigstens hinsichtlich der spektroskopischen Beobachtungen nur

[1] H. KIENLE, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-physik. Kl. **1928**, 89.

[1] B. LYOT, C. r. Acad. Sci. Paris **191**, 834 (1930).

die Alternative, eine bewußte Fälschung anzunehmen oder zuzugeben, daß Herr LYOT die Korona spektroskopisch nachgewiesen hat. Da zu der Annahme einer Fälschung nicht der geringste Grund vorliegt, so bleibt nur die zweite Möglichkeit, und bei der Bedeutung dieser Beobachtung scheint es berechtigt, schon jetzt vor dem Erscheinen ausführlicher Publikationen über die wesentlichen Punkte dieser Mitteilung zu berichten.

Herr LYOT hat seine Beobachtungen am Observatorium auf dem Pic du Midi angestellt. Der Pic du Midi de Bigorre ist ein im nördlichen, französischen Teil der Pyrenäen, südlich von Tarbes und Bagnère gelegener Berg von 2877 m Höhe. Das Observatorium liegt dicht unterhalb des Gipfels auf einer Plattform und ist bisher nur auf Fußwegen erreichbar. Das Observatorium besteht bereits seit etwa 50 Jahren, im Kriege waren die Einrichtungen desselben stark heruntergekommen, doch ist es, wie aus einem Bericht von C. DAUZÈRE[1] hervorgeht, in den Nachkriegsjahren renoviert und erweitert worden. Die astronomische Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem Doppelrefraktor von 6 m Brennweite mit Linsen von 50 und 20 cm Öffnung, der in einem Kuppelgebäude untergebracht ist. Es ist kaum anzunehmen, daß Herr LYOT seine Beobachtungen mit einem dieser Rohre angestellt hat, doch sind darüber keine Angaben in seiner Mitteilung enthalten. Es ist nur gesagt, daß die Öffnung des benutzten Instrumentes 4 cm betrug. Das Bild der Sonne wurde auf einer Metallscheibe entworfen, deren Radius um 30″ größer war als dieses (der Radius der Sonne entspricht einem Winkel von etwa 16′). Auf diese Weise wurde das gesamte direkte Sonnenlicht abgeblendet. Untersucht wurde das dicht am Rande dieser Metallscheibe vorbeigehende Licht, das also von der unmittelbaren Nachbarschaft der Sonne herrührt und sich aus dem Licht der Korona und dem Streulicht in der Erdatmosphäre zusammensetzt. Derartige Anordnungen sind schon vielfach benutzt worden, aber bisher ist es niemals gelungen, die Korona auf diesem Wege nachzuweisen. Die Ursache für das Gelingen der Versuche des Herrn LYOT ist darin zu sehen, daß auf dem Pic du Midi das Streulicht in der Erdatmosphäre wenigstens zu der Zeit, in der die Beobachtungen angestellt wurden — es war dies in den Monaten Juli und August 1930 —, größenordnungsmäßig schwächer gewesen sein muß, als man bisher für möglich gehalten hat. Das geht aus folgenden Angaben hervor. Es war für den Beobachter, ohne geblendet zu werden, möglich, mit einem Okular die direkte Umgebung der durch die Metallscheibe abgeblendeten Sonne zu beobachten. Im Okular waren dann die Protuberanzen direkt sichtbar ohne Zuhilfenahme eines Spektroskops oder nur eines Farbfilters. Sie erschienen rosa gefärbt, so wie man sie sonst nur bei totalen Finsternissen sieht. Bei Zwischenschaltung eines roten Glases ließen sich die feinsten Einzelheiten der Protuberanzen auf einem sehr dunklen Himmelshintergrunde beobachten.

Das Okular wurde nun durch ein geradsichtiges Spektroskop ersetzt. Am 30. Juli und an den folgenden Tagen beobachtete Herr LYOT außer dem FRAUNHOFERschen Spektrum, das von der Streustrahlung herrührte, eine helle Linie im Grünen nahe bei der FRAUNHOFERschen Linie E. Sie war intensiv und lang im Nordwesten und ließ sich dort bis zu 4′ Abstand vom Sonnenrande verfolgen; sie war schwächer im Südosten und war im Norden und Süden kaum beobachtbar. Am 3. und 4. August, zwei besonders klaren Tagen, sah Herr LYOT außer der grünen eine rote Emissionslinie zwischen der α-Bande und der C-Linie des FRAUNHOFERschen Spektrums. Sie war weniger intensiv, aber beinahe ebenso lang wie die grüne Linie und änderte ihre Intensität an verschiedenen Stellen der Sonnenumgebung ebenso wie die grüne Linie. Am 7. und vor allem am 10. August zeigte die grüne Linie eine gleichmäßigere Intensitätsverteilung, die rote Linie war nicht sichtbar. Außer den visuellen Beobachtungen wurden auch photographische Aufnahmen mit Expositionszeiten von 20 und 45 Minuten gemacht. Die Wellenlängen der Linien wurden sowohl visuell wie auch photographisch relativ zu den FRAUNHOFERschen Linien gemessen. Die Messungen sind wegen der kleinen Dispersion (30 ÅE/mm) nicht sehr genau. Es ergaben sich für die grüne Linie aus verschiedenen Messungen die Werte $\lambda = 5303{,}2$; 5302,4; 5302,5, für die rote Linie die Werte $\lambda = 6375$; 6370; 6373,5. Diese Werte stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein mit den Wellenlängen der bekannten beiden Koronalinien $\lambda = 5303{,}12$ und $\lambda = 6374{,}8$ ÅE, und es kann demnach kein Zweifel bestehen, daß Herr LYOT diese Koronalinien zum ersten Male außerhalb einer Finsternis beobachtet hat.

Die zweite Methode, die Herr LYOT zum Nachweis der Korona verwendet hat, ist ebenso interessant, aber vielleicht eher Einwänden ausgesetzt als die soeben mitgeteilten Beobachtungen. Man weiß, daß das Licht der Sonnenkorona partiell linear polarisiert ist. Vorzugsrichtung der Polarisation für eine bestimmte Stelle der Korona ist der Radiusvektor nach der Sonnenmitte. Das Beobachtungsmaterial, das bisher über diese Polarisation vorliegt, ist noch recht mangelhaft. Als sichergestellt kann nach den von YOUNG[1] mitgeteilten Daten gelten, daß der Polarisationsgrad mit wachsendem Abstande vom Sonnenrande bis zu etwa 5′ Abstand vom Sonnenrande zunimmt, um dann nahezu konstant zu bleiben oder gar wieder abzunehmen. Der Maximalwert des Polarisationsgrades beträgt im photographischen Spektralgebiet etwa 38%, im visuellen Spektralgebiet scheint er kleiner zu sein und wird zu 11% angegeben. Herr LYOT hat nun versucht, das Vorhandensein der Korona aus der Polarisation des Lichtes in der unmittelbaren Nachbarschaft der Sonne nachzuweisen. Für frühere Untersuchungen, die sich mit der Polarisation des von dem Planeten ausgesandten Lichtes beschäftigten, hatte Herr LYOT bereits ein Polarimeter konstruiert, das sehr kleine Polarisationsgrade, und zwar bis zu $1^0/_{00}$, nachzuweisen gestattet. Dies Instrument ist im Prinzip ein SAVARTsches Polarimeter, es ist aber in einigen Einzelheiten verbessert und gestattet zunächst, Polarisationsgrade bis zu 1% zu messen. Durch einen Kunstgriff, der darin besteht, daß der zu messende sehr kleine Polarisationsgrad von der Größenordnung $1^0/_{00}$ zu einem künstlich erzeugten Polarisationsgrad von 1% entweder hinzuaddiert oder von ihm subtrahiert wird, erreicht es Herr LYOT, noch Polarisationsgrade bis zu $1^0/_{00}$ meßbar zu machen. Dieses Instrument wurde nun an Stelle des Okulars oder des Spektroskops auf die Umgebung der abgeblendeten Sonne gerichtet und konnte mit Hilfe einer Drehvorrichtung in bestimmtem Abstande vom Sonnenrande um die Sonne herumgeführt werden. Der Polarisationsgrad wurde an den verschiedenen Stellen der Sonnenumgebung gemessen, und es wurde folgendes festgestellt: Der Polarisationsgrad ist in Abständen von mehr als 6′

[1] C. DAUZÈRE, L'Astronomie **42**, 209 (1928).

[1] R. K. YOUNG, Lick Obs. Bull. **6**, 166 (1911). — Vgl. hierzu auch M. MINNAERT, Z. f. Astrophysik **1**, 209 (1930).

gleich Null, er nimmt schnell zu bei Annäherung an die Sonne und bleibt von 3′ ab konstant. Der Polarisationsgrad ist um so größer, je durchsichtiger die Luft ist; er verschwindet, sobald auch nur geringe Wölkchen vorüberziehen. Die Polarisationsebene scheint radial gerichtet zu sein. LYOT schließt aus diesen Resultaten, daß die beobachtete Polarisation nicht atmosphärischen Ursprunges ist, sondern von der Korona herrührt, wobei der an jedem Punkt gemessene Polarisationsgrad bestimmt ist durch das Verhältnis der Koronastrahlung zur Streustrahlung. Eine Bestätigung für diese Ansicht leitet Herr LYOT aus dem Verlauf des Polarisationsgrades in einem bestimmten Abstande vom Sonnenrande in Abhängigkeit vom Positionswinkel des Meßpunktes ab. In Fig. 1 ist der im Abstande von 80″ gemessene Polarisationsgrad in einem Polardiagramm in der Weise aufgetragen, daß für jede Richtung der in pro Mille gemessene Polarisationsgrad gleich dem Abstande des eingetragenen Punktes vom Mittelpunkte ist. Es ergibt sich so eine Kurve, die in ihrer Form der Gestalt der Sonnenkorona ähnlich ist. Das ist auch zu erwarten, wenn man, was durchaus plausibel ist, annimmt, daß die Intensität der Streustrahlung und der Polarisationsgrad des Koronalichtes unabhängig sind vom Positionswinkel. Dann ist nämlich der gemessene Polarisationsgrad einfach ein Maß für die

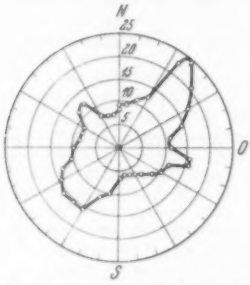


Fig. 1. Polardiagramm des Polarisationsgrades in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes.

Radiusvektor $r$ = Polarisationsgrad in $^0/_{00}$. Winkel $\varphi$ = Positionswinkel der Sonne, $\varphi = 0$ im Norden ($N$), $\varphi = 90°$ im Osten ($E$), $\varphi = 180°$ im Süden ($S$), $\varphi = 270°$ im Westen ($O$).

Intensität der Koronastrahlung an der betreffenden Stelle, und je intensiver dieselbe an einer bestimmten Stelle in der Nähe des Sonnenrandes ist, um so weiter sollten auch ihre Strahlen in den Raum hinausreichen. Eine Bestätigung dieser Auffassung ist darin zu sehen, daß die Minima des Polardiagramms bei 10° und 190° ziemlich genau in die Richtung der Sonnenpole fallen, an denen bekanntlich die Intensität der Korona im allgemeinen am geringsten ist. Die Maxima im Nordwesten und Südosten fallen andererseits zusammen mit den Richtungen, in denen sich bei den spektroskopischen Messungen die größte Intensität der Koronalinien ergab, so daß diese ganz verschiedenartigen Beobachtungen durchaus im Einklang miteinander sind.

Stellen wir uns auf diesen von Herrn LYOT eingenommenen Standpunkt, so läßt sich aus den beobachteten Polarisationsgraden das Verhältnis der Intensität der Streustrahlung zu der der Koronastrahlung berechnen, wenn wir annehmen, daß die Streustrahlung in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne unpolarisiert ist, was bei dem hohen Stande der Sonne — die Beobachtungen wurden stets bei einem Sonnenstande von mehr als 50° über dem Horizont gemacht — zutreffen dürfte. Bezeichnen wir den Polarisationsgrad der Koronastrahlung mit $p$ und den beobachteten Polarisationsgrad mit $p'$, so ergibt eine einfache Überlegung, daß das Verhältnis der Intensität $S$ der Streustrahlung zur Intensität $K$ der Koronastrahlung $S/K = p/p' - 1$ sein sollte. Nun ist der Wert $p$ des Polarisationsgrades der Koronastrahlung für den visuellen Spektralbereich und den Abstand von etwa 1′ nicht genügend bekannt. Man weiß aber, daß der Polarisationsgrad für den visuellen Spektralbereich kleiner ist als für den photographischen. Wir werden also ungünstig rechnen, wenn wir für $p$ den Polarisationsgrad für den photographischen Spektralbereich in 1′ Abstand einsetzen. Die Messungen von YOUNG ergeben dafür den Wert $p = 15\%$. Die Werte von $p'$ entnehmen wir aus Fig. 1. Der kleinste Wert von $p'$ ist $p' = 8^0/_{00} = 0{,}8\%$, der größte Wert ist $p' = 2{,}5\%$. Das Verhältnis $S/K$ schwankt also je nach der Intensität der Koronastrahlung zwischen 18 und 5. Vergleicht man diese Werte mit den eingangs angegebenen, so erkennt man, daß die Streustrahlung in unmittelbarer Nähe der Sonne während der Beobachtungstage auf dem Pic du Midi 14—50mal schwächer gewesen sein muß, als man es bisher unter den günstigsten Bedingungen für möglich gehalten hat. Man wird diesem Resultat nicht unbedingt ablehnend gegenüber zu stehen brauchen, man wird sich nur fragen, wie die abnorm günstigen atmosphärischen Verhältnisse auf dem Pic du Midi zu erklären sind. Herr LYOT vertritt den Standpunkt, daß die Streuung des Sonnenlichtes nicht allein auf die Streuung an den Molekülen der Luft, sondern auch an größeren Partikeln zurückzuführen ist, die in der Luft suspendiert und auch in großen Höhen noch vorhanden sind. Die Besonderheit der atmosphärischen Verhältnisse auf dem Pic du Midi würde dann darin bestehen, daß dort die Luft frei von diesen suspendierten Teilchen ist, was bei der Lage der Pyrenäen nahe am atlantischen Ozean vielleicht eher zu erwarten ist als bei anderen Gebirgen. Man wird abwarten müssen, ob sich die günstigen Beobachtungsverhältnisse im nächsten Jahre auf dem Pic du Midi wieder einstellen oder ob es sich um exorbitant günstige Bedingungen in den Monaten Juli und August des vorigen Jahres gehandelt hat, die nicht so häufig wiederkehren.

In Notizen, die auf die Mitteilung von Herrn LYOT folgen, weisen die Herren E. ESCLANGON und H. DESLANDRES auf die Bedeutung der Beobachtungen von Herrn LYOT hin. Wenn es tatsächlich gelingen sollte, die Sonnenkorona außerhalb totaler Finsternisse fortlaufend zu beobachten und z. B. ihre Veränderungen zu studieren, die sie im Zusammenhange mit dem Zustande der Sonnenoberfläche durchläuft, so wären daraus wichtige Aufschlüsse über die Natur der Korona zu erwarten. Herr DESLANDRES meint, daß es möglich sein müsse, mit einem auf die grüne Koronalinie eingestellten Spektroheliographen ein monochromatisches Bild der Korona aufzunehmen, und daß man auch die dem kontinuierlichen Spektrum der Korona entsprechende Helligkeitsverteilung müsse erhalten können, wenn man den Spektroheliographen auf die Mitte einer starken FRAUNHOFERschen Linie einstellte. Das bleiben zunächst Wünsche für die Zukunft, aber vielleicht sind sie dank der günstigen Beobachtungsmöglichkeiten auf dem Pic du Midi der Erfüllung nicht mehr so ferne, wie man bis vor kurzem glaubte annehmen zu müssen. W. GROTRIAN.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.